

Grau d'Administració i Direcció d'Empreses

Títol: Anàlisi financera del risc de tipus d'interès d'un préstec a tipus variable amb cobertura amb swap.

Autoria: Daniel Barba Cánovas.

Tutoria: Carmen Badía Batlle.

Departament: Departament de Matemàtica Econòmica, Financera i Actuarial.

Curs acadèmic: 2018-2019



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Facultat d'Economia
i Empresa

Resum i paraules claus

En aquest treball es pretén analitzar dos modalitats de préstec, la de quota de capital constant i la del sistema francès, al tipus d'interès variable que existeixen en el mercat financer i conjuntament analitzar els contractes swaps amb nominal variable aplicats a les dos modalitats de préstec, per així poder analitzar com d'eficaç seria per a una entitat cobrir-se d'una pujada dels tipus d'interès mitjançant els contractes swaps. Amb aquest objectiu, primer es formalitzen les dos modalitats de préstec i els seus respectius swaps, es crea l'operació conjunta de cobertura i finalment es simula tota l'operació utilitzant una corba de tipus d'interès creixent fictícia en l'eina informàtica Excel. Com a últim apartat del treball, s'analitza com va afectar la crisi financera del 2008, en la que va haver una forta caiguda dels tipus d'interès, a una entitat que va contractar un préstec amb cobertura utilitzant swaps a l'inici del 2008 pensant en cobrir-se d'una pujada dels tipus d'interès.

| |
|--|
| Préstec, swap amb nominal variable, tipus d'interès variable , reserva matemàtica, terme amortitzatiu i tant efectiu prestatari. |
|--|

Title: Financial analysis of the interest rate risk of a variable interest loan with swap coverage.

Abstract and keywords

This paper tries to analyse two types of loans, the constant capital quota and the French system, at variable interest rate that exist in the financial market and analyse the swap agreements with variable nominal applied to these two types of loans, in order to analyse how effective for an entity would be to cover an increase of interest rates using swap contracts. According to this aim, first we formalize the two types of loan and their respective swaps, after we create a joint hedging operation and finally, we simulate the entire operation using a fictitious growing interest rate curve using Excel tool. As the last chapter, we analyse how the financial crisis hit in 2008, in which there was a strong fall of interest rates, to an entity that contracted a loan with swap coverage at the beginning of 2008 wanting to cover an increase of interest rates.

| |
|---|
| Loan, swap with variable nominal, variable interest rate, mathematical reserve, amortization term and interest rate borrower. |
|---|

ÍNDIX

| | |
|---|----|
| 1. Introducció | 3 |
| 2. Préstec a tipus d'interès variable amb quota de capital constant. | 4 |
| 2.1. Total amortitzat | 4 |
| 2.2. Capital pendent d'amortitzar | 5 |
| 2.3. Reserva matemàtica..... | 5 |
| 2.4. Quota d'interès | 6 |
| 2.5. Quadre d'amortització:..... | 6 |
| 2.6. Tant efectiu prestatari..... | 7 |
| 3. Préstec amb sistema francès a tipus d'interès variable amb revisió anual. | 8 |
| 3.1. Càlcul del primer terme amortitzatiu | 8 |
| 3.2. Reserva matemàtica..... | 9 |
| 3.3. Càlcul de la resta de termes amortitzatius | 9 |
| 3.4. Capital pendent d'amortitzar | 10 |
| 3.5. Quota d'interès | 11 |
| 3.6. Quota de capital..... | 11 |
| 3.7. Total amortitzat | 11 |
| 3.8. Quadre d'amortització..... | 12 |
| 3.9. Tant efectiu prestatari..... | 13 |
| 4. Swap amb nominal variable decreixent. | 14 |
| 4.1. Liquidació pel swap amb nominal variable decreixent. | 14 |
| 4.2. Valoració del swap | 16 |
| 4.3. Preu del swap | 19 |
| 5. Cobertura dels préstecs amb swaps. | 22 |
| 6. Simulació del préstec amb quota constant a tipus d'interès variable | 24 |
| 6.1. Swap de nominal variable pel préstec amb quota de capital constant | 26 |
| 7. Simulació del préstec amb sistema francès a tipus d'interès variable..... | 30 |
| 7.1. Swap de nominal variable pel préstec amb sistema francès..... | 32 |
| 8. Aplicació pràctica d'una situació real d'un préstec amb quota constant | 36 |
| 8.1. Swap de nominal variable pel préstec amb quota de capital constant | 38 |
| 9. Aplicació pràctica d'una situació real d'un préstec amb sistema francès | 42 |
| 9.1. Swap de nominal variable pel préstec amb sistema francès..... | 44 |
| 10. Conclusions | 48 |
| 11. Bibliografia..... | 50 |
| 12. Annexos..... | 51 |

1. Introducció

Donat tots els problemes que van sorgir després de la crisi financera del 2008, en la qual els tipus d'interès van baixar dràsticament, moltes entitats que tenien un préstec a tipus variable conjuntament amb un contracte swap no es van poder beneficiar de la situació de baixada de tipus, perquè es van cobrir per si els tipus d'interès pujaven utilitzant un swap, però no es va produir la situació que esperaven i per aquest motiu els va afectar negativament perquè havien de pagar un tipus fixe superior al tipus variable del mercat.

Actualment, els tipus d'interès de mercat es troben en mínims històrics al voltant del 0 %, llavors podria ser un bon moment per totes les persones que tinguin un préstec a tipus variable o les que vulguin contractar un, contractar un swap per cobrir-se d'una possible pujada dels tipus d'interès.

Els dos escenaris explicats anteriorment han sigut les raons per intentar conèixer més sobre el tema dels préstecs de tipus d'interès variable i sobre els swaps, i veure com d'eficaços són a l'hora de cobrir el risc de pujada i baixada de tipus.

L'objectiu d'aquest treball ha sigut formular els préstecs a tipus d'interès variable, donat que a classe es parla del préstecs a tipus fixe però no massa dels préstecs a tipus variable i és un tema interessant i important a l'hora de poder valorar les diferents modalitats de préstecs que existeixen a l'hora de endeutar-se amb una entitat creditícia. A classe també s'ha estudiat el swap amb nominal constant i per ampliar els coneixements sobre aquest tema, s'han explicat i formulat els contractes swaps amb nominal variable adaptats als préstecs a tipus d'interès variable, i s'ha explicat com una entitat que té un préstec a tipus variable pot cobrir-se del risc d'una pujada dels tipus d'interès utilitzant la contractació de swaps. Com aplicació practica de tot l'anterior, s'ha simulat utilitzant l'Excel un possible cas real intentant veure com d'eficaç seria el swap per cobrir-se de la pujada de tipus d'interès.

Finalment, s'ha aplicat la cobertura a un préstec sol·licitat el 2 de Gener de 2008 utilitzant dades reals del mercat financer que hi havia en aquella data, per veure com li ha afectat la situació de caiguda de tipus d'interès.

2. Préstec a tipus d'interès variable amb quota de capital constant.

Aquest tipus de préstec es caracteritza perquè la quota de capital es constant durant tots els períodes del préstec:

$$A_r = A, \text{ amb } r = 1, 2, 3, \dots, n.$$

Es compleix que el sumatori de les quotes de capital serà igual al nominal del préstec, C:

$$C = \sum_{r=1}^n A_r \text{ i com } A_r = A \rightarrow C = n \cdot A$$

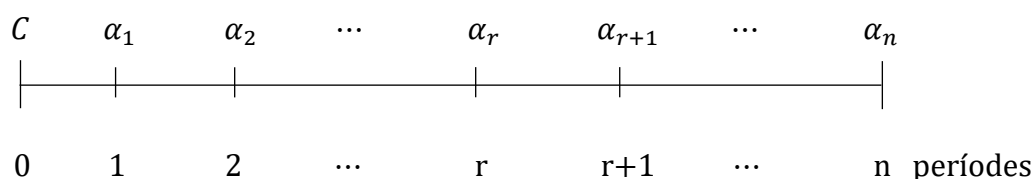
D'on resulta que l'import de la quota de capital és:

$$A = \frac{C}{n}.$$

En cada període, amb el pagament del terme amortitzatiu corresponent, α_r , es paguen els interessos generats en el període, Y_r , i s'amortitza una part del nominal del préstec, A :

$$\alpha_r = A + Y_r ; \text{ amb } r = 1, 2, 3, \dots, n.$$

El següent esquema temporal descriu aquesta modalitat de préstec:



Donat que és un tipus de préstec a tipus d'interès variable cada terme amortitzatiu, α_r , serà diferent a l'anterior.

2.1. Total amortitzat

El total amortitzat al període r , M_r , amb $0 \leq r \leq n$, indica la part del nominal que ja ha sigut pagada pel prestatari.

El total amortitzat al principi del període serà nul, donat que encara no ha amortitzat res del nominal que li deu al banc:

$$M_0 = 0,$$

En cada període r , una vegada es paga el terme amortitzatiu corresponent al període, el total amortitzat s'obté com la suma de les quotes de capital:

$$M_r = \sum_{r=1}^n A = r \cdot A,$$

En un moment τ , amb $r \leq \tau \leq r + 1$ i $r = 0, 1, 2, 3, \dots, n - 1$, el total amortitzat coincideix amb el total amortitzat fins al final del període r :

$$M_\tau = M_r$$

Al final del préstec, $r = n$, una vegada pagat l'últim terme amortitzatiu, el total amortitzat coincidirà amb el nominal del préstec:

$$M_n = C$$

2.2. Capital pendent d'amortitzar

El capital pendent d'amortitzar a r , CP_r , amb $0 \leq r \leq n$, és el nominal pendent de devolució pel prestatari.

A l'inici del préstec, $r = 0$, el capital coincideix amb el nominal del préstec:

$$CP_0 = C$$

En cada període r , una vegada es paga el terme amortitzatiu corresponent al període, el capital pendent d'amortitzar s'obté per la diferencia entre el nominal del préstec i el total amortitzat, M_r .

$$CP_r = C - M_r = C - r \cdot A$$

En un moment τ , amb $r \leq \tau \leq r + 1$ i $r = 0, 1, 2, 3, \dots, n - 1$, el capital pendent d'amortitzar és el mateix que el capital pendent a r :

$$CP_\tau = CP_r$$

Al final de l'operació, $r = n$, una vegada s'ha pagat l'últim terme amortitzatiu, el capital pendent d'amortitzar és nul:

$$CP_n = 0$$

2.3. Reserva matemàtica

La reserva matemàtica a τ , R_τ , amb $0 \leq \tau \leq n$, mesura el desequilibri entre prestació i contraprestació i, per tant permet calcular l'import que cancel·la el préstec en el moment τ .

A l'inici de l'operació, $\tau = 0$, la reserva coincideix amb el nominal del préstec i amb el capital pendent d'amortitzar al principi de període:

$$R_0 = CP_0 = C$$

En cada període , excepte en l'últim, $\tau = r$, amb $r = 1, 2, 3, \dots, n - 1$, i una vegada ja s'ha pagat el terme amortitzatiu corresponent al període, la reserva matemàtica coincideix amb el capital pendent :

$$R_r = CP_r$$

En un moment τ , amb $r \leq \tau \leq r + 1$ i $r = 1, 2, 3, \dots, n - 1$, la reserva no coincideix amb el capital pendent a amortitzar, ja que es veurà incrementada pels interessos generats des de r fins a τ amb el tipus d'interès efectiu vigent al període $r + 1$:

$$R_\tau = R_r \cdot (1 + I_m^{r+1})^{\tau-r}$$

Al final de l'operació, $\tau = n$, una vegada pagat l'últim terme amortitzatiu, la reserva matemàtica i el capital pendent d'amortitzar són nuls:

$$R_n = CP_n = 0.$$

2.4. Quota d'interès

La quota d'interès del període r , Y_r , amb $r = 1, 2, 3, \dots, n$, es calcula utilitzant la reserva matemàtica del període anterior, R_{r-1} , i multiplicant-la pel tipus d'interès efectiu del període r :

$$Y_r = R_{r-1} \cdot I_m^r$$

2.5. Quadre d'amortització:

| r | α_r | Y_r | A_r | M_r | CP_r | R_r |
|---------|------------------------------|---------------------------------------|---------|---------------------------|--|----------------------|
| 0 | | | | $M_0 = 0$ | $CP_0 = C$ | $R_0 = CP_0 = C$ |
| 1 | $\alpha_1 = A + Y_1$ | $Y_1 = R_0 \cdot I_m^{(1)}$ | A | $M_1 = A$ | $CP_1 = C - M_1 = C - A$ | $R_1 = CP_1$ |
| 2 | $\alpha_2 = A + Y_2$ | $Y_2 = R_1 \cdot I_m^{(2)}$ | A | $M_2 = 2 \cdot A$ | $CP_2 = C - M_2 = C - 2 \cdot A$ | $R_2 = CP_2$ |
| \dots | \dots | \dots | \dots | \dots | \dots | \dots |
| r | $\alpha_r = A + Y_r$ | $Y_r = R_{r-1} \cdot I_m^{(r)}$ | A | $M_r = r \cdot A$ | $CP_r = C - M_r = C - r \cdot A$ | $R_r = CP_r$ |
| \dots | \dots | \dots | \dots | \dots | \dots | \dots |
| $n-1$ | $\alpha_{n-1} = A + Y_{n-1}$ | $Y_{n-1} = R_{n-2} \cdot I_m^{(n-1)}$ | A | $M_{n-1} = (n-1) \cdot A$ | $CP_{n-1} = C - M_{n-1} = C - (n-1) \cdot A$ | $R_{n-1} = CP_{n-1}$ |
| n | $\alpha_n = A + Y_n$ | $Y_n = R_{n-1} \cdot I_m^{(n)}$ | A | $M_n = n \cdot A$ | $CP_n = C - M_n = C - n \cdot A = 0$ | $R_n = CP_n = 0$ |

Taula 1: Quadre d'amortització del préstec amb quota de capital constant. Font: Elaboració pròpia.

2.6. Tant efectiu prestatari

El tant efectiu prestatari, I_m^P , indica el cost efectiu de l'operació de préstec per al prestatari.

Si es calcula amb la informació disponible a l'origen de l'operació, s'obté a partir de l'equivalència financera entre la prestació, formada pel nominal del préstec, C , i la contraprestació formada per totes les despeses inicials a càrrec del prestatari, G_0 , i per cada un dels termes amortitzatius del diferents períodes, α_r :

$$(C, 0) \sim \{ (G_0, 0), (\alpha_r, r \cdot p)_{r=1,2,3,\dots,n} \}$$

L'equivalència financera descrita es defineix al tant efectiu prestatari, I_m^P , amb freqüència, $m = \frac{1}{p}$, on p es la periodicitat de l'operació. Si es valora la prestació i la contraprestació a l'inici de l'operació, s'obté l'equació d'equilibri següent:

$$C = G_0 + \sum_{r=1}^n \alpha_r \cdot (1 + I_m^P)^{-r \cdot p}$$

D'aquesta equació es dedueix el tant efectiu prestatari, I_m^P , aplicant el mètode de resolució més apropiat.

3. Préstec amb sistema francès a tipus d'interès variable amb revisió anual.

Aquesta modalitat de préstec, amortitzable pel sistema francès, es caracteritza perquè els termes amortitzatius són constants, però al tractar-se d'un préstec a tipus variable amb revisió anual, el tipus d'interès canviarà anualment i s'hauran de tornar a calcular els termes amortitzatius corresponents a cada període.

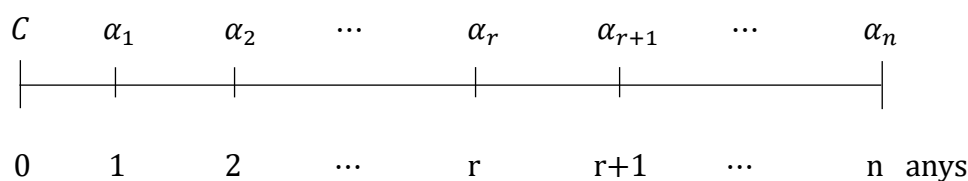
En cada període, quan es paga el terme amortitzatiu corresponent, es paguen els interessos generats durant el període i s'amortitza la part del nominal prestat:

$$\alpha_r = A_r + Y_r \text{ on } r = 1, 2, 3, \dots, n$$

Es compleix, que la suma de totes les quotes de capital, A_r amb $r = 1, 2, 3, \dots, n$, són iguals al nominal del préstec:

$$C = \sum_{r=1}^n A_r \text{ amb } r = 1, 2, 3, \dots, n,$$

El següent esquema temporal descriu aquest tipus de préstec:



Per poder calcular els termes amortitzatius del préstec amb sistema francès, primer es necessita una breu introducció del significat de la reserva matemàtica, R_r , i com calcular-la.

3.1. Càlcul del primer terme amortitzatiu

Per calcular el terme amortitzatiu inicial s'utilitza l'equació d'equilibri inicial, l'equació que equilibra la prestació i la contraprestació del préstec. La prestació és el nominal que cedeix el prestador a l'inici de l'operació i la contraprestació és el conjunt de termes amortitzatius que paga el prestatari al final de cadascun dels n anys del préstec.

Per determinar el terme amortitzatiu, s'utilitzarà l'equació d'equilibri a l'inici de cada any, donat que el tipus d'interès és variable i és revisa anualment. L'equació d'equilibri inicial seria:

$$C = \alpha_1 \cdot a_{n|I_1^{(1)}}$$

D'on s'extreu:

$$\alpha_1 = \frac{C}{a_{n|I_1^{(1)}}} \text{ on } a_{n|I_1^{(1)}} = \frac{1 - (1 + I_1^{(1)})^{-n}}{I_1^{(1)}}$$

Una vegada calculat el primer terme amortitzatiu, per poder calcular la resta de termes amortitzatius del préstec amb sistema francès, es necessita fer una breu introducció del significat de la reserva matemàtica, R_r , i com calcular-la.

3.2. Reserva matemàtica

La reserva matemàtica a τ , amb $0 \leq \tau \leq n$, mesura, en l'instant τ , el desequilibri entre la prestació i la contraprestació del préstec. Així el prestatari coneix la quantia que ha de lliurar al prestador per poder cancel·lar anticipadament el préstec a τ .

A l'inici de l'operació, $\tau = 0$, quan el prestador cedeix el nominal del préstec al prestatari, la reserva matemàtica coincideix amb el nominal del préstec:

$$R_0 = C$$

La reserva matemàtica a $\tau = r$, amb $r = 1, 2, 3, \dots, n - 1$, és a dir, la reserva matemàtica de qualsevol període, excepte l'últim, una vegada pagat el terme amortitzatiu corresponent:

$$R_r = \alpha_r \cdot a_{n-r|I_1^r}$$

La reserva matemàtica a τ , amb $r \leq \tau \leq r + 1$ i $r = 0, 1, 2, 3, \dots, n - 1$, és a dir, en un instant intermedi entre dos moments consecutius de pagament de terme amortitzatiu, es calcula a partir de la reserva matemàtica a r , on s'haurà de capitalitzar al tant d'interès efectiu del període del préstec, des de r fins a τ :

$$R_\tau = R_r \cdot (1 + I_1^{r+1})^{\tau-r}$$

I així s'afegeixen els interessos generats i que no han estat pagats des de r fins a τ .

Al final del préstec, $\tau = n$, una vegada s'ha pagat l'últim terme amortitzatiu, la reserva matemàtica serà nul·la:

$$R_n = 0.$$

3.3. Càlcul de la resta de termes amortitzatius

Per trobar els termes amortitzatius del segon període s'haurà de calcular l'equació d'equilibri del segon període, per calcular l'equació d'equilibri del segon període, s'haurà de calcular la reserva matemàtica una vegada pagat el primer terme amortitzatiu, R_1 , que serà la quantia que el prestatari haurà de lliurar al prestador per poder cancel·lar el préstec al primer període.

$$R_1 = \alpha_1 \cdot a_{n-1|I_1^1}$$

Una vegada ja s'ha calculat la reserva matemàtica del primer període, R_1 , es calcula l'equació d'equilibri del segon període amb el tipus d'interès variable que regira del primer al segon període. S'igualava la reserva matemàtica després de pagar el primer terme amortitzatiu, R_1 , amb el conjunt de termes amortitzatius que el prestatari ha de pagar al final de cadascun dels períodes que li queden per pagar, $n - 1$ períodes.

L'equació equilibri del segon període seria:

$$R_1 = \alpha_2 \cdot a_{n-1|I_1^{(2)}}$$

D'on s'extreu el segon terme amortitzatiu, α_2 :

$$\alpha_2 = \frac{R_1}{a_{n-1|I_1^{(2)}}} \quad \text{on} \quad a_{n-1|I_1^{(2)}} = \frac{1-(1+I_1^{(2)})^{-(n-1)}}{I_1^{(2)}}$$

A partir dels càlculs anteriors es pot fer un terme general pel càlcul del terme amortitzatiu pel període r .

Per trobar-lo, s'haurà de començar per calcular l'equació d'equilibri del període corresponent, però primer s'haurà de trobar la reserva matemàtica del període anterior, R_{r-1} , que serà igualar la prestació que encara no s'ha retornat al prestador, amb el conjunt de termes amortitzatius que el prestatari ha de pagar al final de cadascun dels períodes que encara li queden per pagar, $n - (r - 1)$ períodes. Per tant, l'equació d'equilibri per calcular el terme amortitzatiu per a qualsevol període r , α_r , seria :

$$R_{r-1} = \alpha_r \cdot a_{n-(r-1)|I_1^{(r)}}$$

D'on s'extreu que el terme amortitzatiu pel període r seria:

$$\alpha_r = \frac{R_{r-1}}{a_{n-(r-1)|I_1^{(r)}}} \quad \text{amb } r = 1, 2, 3, \dots, n$$

En aquest cas, s'han utilitzat períodes i tipus d'interès anuals.

3.4. Capital pendent d'amortitzar

El capital pendent d'amortitzar a r , CP_r , amb $0 \leq r \leq n$, és el nominal pendent de devolució pel prestatari.

A l'inici del préstec, $r = 0$, el capital coincideix amb el nominal del préstec:

$$CP_0 = C$$

En cada període, r , una vegada es paga el terme amortitzatiu corresponent al període, el capital pendent d'amortitzar s'obté per la diferencia entre el nominal del préstec i el total amortitzat, M_r .

$$CP_r = C - M_r$$

També, en cada període r , el capital pendent d'amortitzar és igual a la reserva matemàtica del període r :

$$CP_r = R_r$$

En un moment τ , amb $r \leq \tau \leq r + 1$ i $r = 0, 1, 2, 3, \dots, n - 1$, el capital pendent d'amortitzar és el mateix que el capital pendent a r :

$$CP_{\tau} = CP_r$$

Al final de l'operació, $r = n$, una vegada s'ha pagat l'últim terme amortitzatiu, el capital pendent d'amortitzar és nul:

$$CP_n = 0$$

3.5. Quota d'interès

La quota d'interès es destina a pagar els interessos generats al període r sobre la reserva matemàtica del període anterior, és a dir, sobre el capital pendent d'amortitzar del període anterior al tipus d'interès efectiu anual del període r :

$$Y_r = R_{r-1} \cdot I_1^r$$

3.6. Quota de capital

La quota de capital que es pagarà a cada període serà diferent, donat que el tipus d'interès varia en cada període, la quota de capital es trobarà per diferència entre el terme amortitzatiu i la quota d'interès:

$$A_r = \alpha_r - Y_r = \frac{R_{r-1}}{a_{n-(r-1)|I_1^r}} - R_{r-1} \cdot I_1^r$$

3.7. Total amortitzat

El total amortitzat a τ , M_{τ} , amb $0 \leq \tau \leq n$, és la part del nominal ja reemborsada pel prestatari.

A $\tau = 0$, després de que el prestador lliuri al prestatari el nominal del préstec, el total amortitzat serà nul:

$$M_0 = 0$$

Al final de cada període, $\tau = r$, amb $r = 1, 2, 3, \dots, n$, i una vegada pagat el terme amortitzatiu corresponent al període, el total amortitzat és la suma de les quotes de capital satisfetes pel prestatari fins a aquest període inclòs:

$$M_r = \sum_{s=1}^r A_s$$

L'obtenció del total amortitzat implica determinar les r primeres quotes de capital.

També es pot relacionar el total amortitzat amb el capital pendent d'amortitzar per qualsevol període r , com la diferencia entre el nominal del préstec i el capital pendent d'amortitzar en qualsevol període r :

$$M_r = C - CP_r = C - R_r = C - \alpha_r \cdot a_{n-r|I_1^r})$$

El total amortitzat a τ , amb $r < \tau < r + 1$ i $r = 1, 2, 3, \dots, n - 1$, un instant que queda entre dos moments consecutius de pagament de terme amortitzatiu, és el mateix que a r , ja que de r a τ no s'efectua cap mena de pagament i, per tant no hi ha cap reemborsament de nominal:

$$M_\tau = M_r$$

Al final del préstec, $\tau = n$, una vegada pagat l'últim terme amortitzatiu, el total amortitzat coincideix amb el nominal del préstec:

$$M_n = C.$$

3.8. Quadre d'amortització

| r | α_r | Y_r | A_r | M_r | R_r |
|---------|---|--------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|---|
| 0 | | | | $M_0 = 0$ | $R_0 = CP_0 = C$ |
| 1 | $\alpha_1 = \frac{C}{a_{n I_1^1})}$ | $Y_1 = R_0 \cdot I_1^1)$ | $A_1 = \alpha_1 - Y_1$ | $M_1 = A_1$ | $R_1 = \alpha_1 \cdot a_{n-1 I_1^1})$ |
| 2 | $\alpha_2 = \frac{R_1}{a_{n-1 I_1^2})}$ | $Y_2 = R_1 \cdot I_1^2)$ | $A_2 = \alpha_2 - Y_2$ | $M_2 = M_1 + A_2$ | $R_2 = \alpha_2 \cdot a_{n-2 I_1^2})$ |
| \dots | \dots | \dots | \dots | \dots | \dots |
| r | $\alpha_r = \frac{R_{r-1}}{a_{n-(r-1) I_1^r})}$ | $Y_r = R_{r-1} \cdot I_1^r)$ | $A_r = \alpha_r - Y_r$ | $M_r = \sum_{s=1}^r A_s$ | $R_r = \alpha_r \cdot a_{n-r I_1^r})$ |
| \dots | \dots | \dots | \dots | \dots | \dots |
| $n-1$ | $\alpha_{n-1} = \frac{R_{n-2}}{a_{n-(n-2) I_1^{n-1})}}$ | $Y_{n-1} = R_{n-2} \cdot I_1^{n-1})$ | $A_{n-1} = \alpha_{n-1} - Y_{n-1}$ | $M_{n-1} = \sum_{s=1}^{n-1} A_s$ | $R_{n-1} = \alpha_{n-1} \cdot a_{n-(n-1) I_1^{n-1})} = \alpha_{n-1} \cdot (1 + I_1^{n-1})^{-1}$ |
| n | $\alpha_n = \frac{R_{n-1}}{a_{n-(n-1) I_1^n})}$ | $Y_n = R_{n-1} \cdot I_1^n)$ | $A_n = \alpha_n - Y_n$ | $M_n = \sum_{s=1}^n A_s$ | $R_n = 0$ |

Taula 1: Quadre d'amortització del préstec amb sistema francès. Font: Elaboració pròpia.

3.9. Tant efectiu prestatari

El tant efectiu prestatari, I_m^P , indica el cost efectiu de l'operació de préstec per al prestatari.

Si es calcula amb la informació disponible a l'origen de l'operació, s'obté a partir de l'equivalència financera entre la prestació, formada pel nominal del préstec, C , i la contraprestació formada per totes les despeses inicials a càrrec del prestatari, G_0 , i per cada un dels termes amortitzatius del diferents períodes, α_r :

$$(C, 0) \sim \{ (G_0, 0), (\alpha_r, r \cdot p)_{r=1,2,3,\dots,n} \}$$

L'equivalència financera descrita es defineix al tant efectiu prestatari, I_m^P , amb freqüència, $m = \frac{1}{p}$, on p és la periodicitat de l'operació. Si es valora la prestació i la contraprestació a l'inici de l'operació, s'obté l'equació d'equilibri següent:

$$C = G_0 + \sum_{r=1}^n \alpha_r \cdot (1 + I_m^P)^{-r \cdot p}$$

D'aquesta equació es dedueix el tant efectiu prestatari, I_m^P , aplicant el mètode de resolució més apropiat.

4. Swap amb nominal variable decreixent.

El swap de tipus d'interès amb nominal variable és una operació financera en que dues parts pacten intercanviar, durant un termini determinat, els pagaments de les quotes d'interès definides en una mateixa divisa, però a diferència del swap del pla vainilla¹, en aquest cas el nominal és variable durant l'operació, les quotes d'interès que s'intercanvien són diferents, una esta referenciada a un tipus d'interès variable i l'altre a un fixe.

Aquest swap esta lligat a una operació de préstec amb amortització periòdica del capital, el nominal del swap anirà decreixent a mida que el préstec es vagi amortitzant.

El termini del swap és el numero d'anys des de la firma del contracte (moment 0) fins al seu venciment. Aquest termini es divideix en períodes que coincideixen amb les dates de liquidació de les quotes intercanviades en l'operació swap. La periodificació del swap es fa coincidir amb la periodificació dels termes amortitzatius del préstec vinculat.

En el swap que s'estudia en aquest treball s'intercanvien tipus d'interès variable per tipus d'interès fixe.

- Tipo de interès nominal variable del període r , $i_m^{(r)}$ amb $m = \frac{1}{p}$, que determina la quota variable del període r . La referencia del tipus variable es determina en el moment de la firma del contracte i és el mateix que en l'operació del préstec. El valor que tingui a l'inici de cada període, permetrà calcular la quota variable del swap a pagar al final del període corresponent. El tipus d'interès efectiu variable associat és $I_m^{(r)} = i_m^{(r)} \cdot p = \frac{i_m^{(r)}}{m}$.
- Tipo de interès nominal fixe, i_m amb $m = \frac{1}{p}$, que determina la quota d'interès fixe a intercanviar en la operació swap. Aquest tipus s'acorda en el moment de contractació del swap i es denomina preu del swap. El tipus d'interès efectiu fixe associat és $I_m = i_m \cdot p = \frac{i_m}{m}$.

Per cobrir el risc d'una pujada de tipus d'interès en el préstec a tipus variable, s'adoptarà una posició de pagador de quota fixe i es cobrarà la quota de tipus d'interès variable.

A continuació s'explicarà el swap amb nominal variable i a partir de les expressions generals s'obtindran les especificacions que s'utilitzaran pels dos tipus de préstecs que s'han estudiat en aquest treball.

4.1. Liquidació pel swap amb nominal variable decreixent.

Els dos operadors que intervenen en l'operació de swap es comprometen a intercanviar les quotes d'interès al final de cada període de liquidació, sent Y_r^f la quota que desemborsarà el pagador a tipus fixe, i Y_r^v , la quota que desemborsarà el pagador a tipus variable.

¹ El swap del *pla vainilla* és el swap més comú i es caracteritza perquè un dels tipus d'interès de referencia es fixe i l'altre variable i té el mateix nominal per tota l'operació.

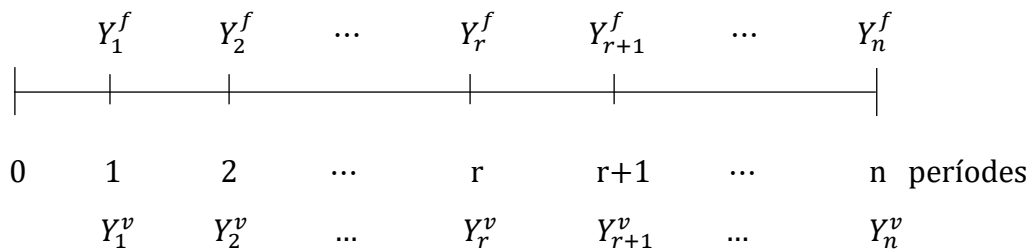
La quota a pagar pel pagador de tipus fixe serà:

$$Y_r^f = CP_{r-1} \cdot I_m^f \quad \text{amb } r = 1, 2, 3, \dots, n$$

La quota a pagar pel pagador de tipus variable serà:

$$Y_r^v = CP_{r-1} \cdot I_m^r \quad \text{amb } r = 1, 2, 3, \dots, n$$

L'esquema temporal corresponent als pagaments dels dos operadors del swap:



Com les dates de pagament dels interessos es fan coincidir en el temps i l'intercanvi de les quotes d'interès es saldarà per diferències, es calcularà l'import de liquidació, L_r , al final de cadascun dels períodes:

$$L_r = CP_{r-1} \cdot (I_m^r - I_m^f)$$

Si el tipus d'interès del període es superior al fixe, $L_r > 0$, en aquesta situació, el pagador a tipus variable pagarà l'import de liquidació al pagador de tipus fixe. Si el tipus d'interès fixe és superior al variable, $L_r < 0$, en aquesta situació, el pagador a tipus fixe pagarà l'import de liquidació al pagador a tipus variable.

En el cas del préstec amb quota de capital constant, l'expressió específica del capital pendent al final de cada període serà:

$$CP_{r-1} = (C - (r - 1) \cdot A)$$

L'expressió per calcular l'import de liquidació, L_r , al final de cadascun dels períodes serà:

$$L_r = (C - (r - 1) \cdot A) \cdot (I_m^r - I_m^f)$$

En el cas del préstec amb sistema francès, l'expressió específica del capital pendent del període $r - 1$, CP_{r-1} , és la reserva matemàtica d'aquell període, R_{r-1} , que serà :

$$CP_{r-1} = R_{r-1} = \alpha_{r-1} \cdot a_{n-r+1|I_1^{r-1}}$$

L'expressió per calcular l'import de liquidació, L_r , al final de cadascun dels períodes serà :

$$L_r = \left(\alpha_{r-1} \cdot a_{n-r+1|I_1^{r-1}} \right) \cdot (I_m^r - I_m^f)$$

4.2. Valoració del swap

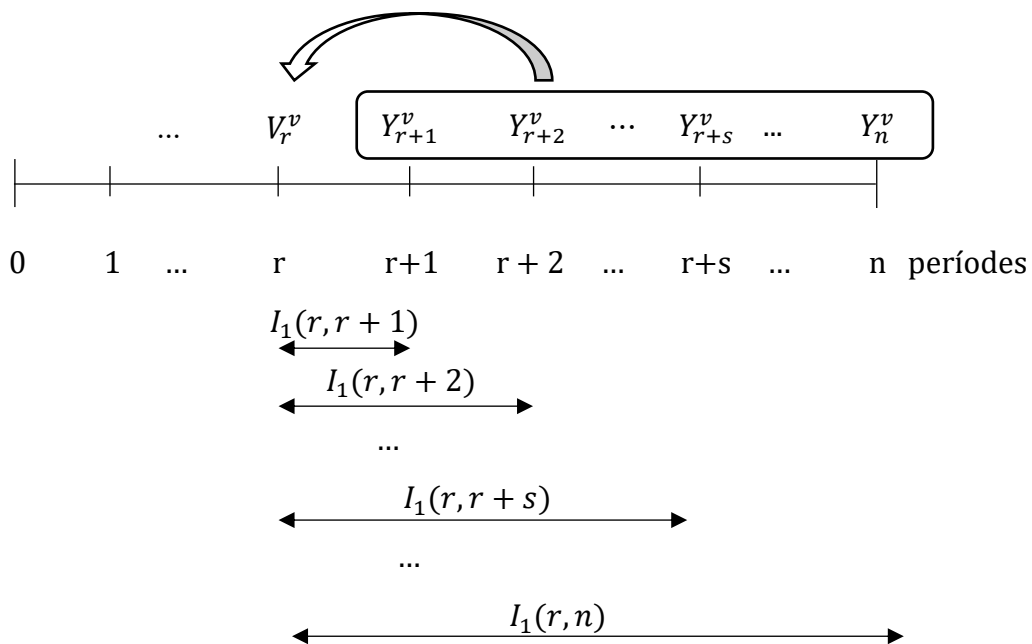
Valorar un swap en un moment determinat de la seva vida consisteix en calcular la quantia que hauria de pagar un dels dos operadors del swap per cancel·lar-lo. El valor del swap en un moment r , V_r^{swap} , amb $r = 1, 2, 3, \dots, n$, s'obté per diferència entre el valor en r , dels pagaments variables del swap pendents de realitzar, V_r^v , i el valor en r dels pagaments fixes pendents, V_r^f :

$$V_r^{swap} = V_r^v - V_r^f$$

Per fer la valoració s'utilitzarà una estructura temporal de tipus d'interès no plana, on $I_1(r, r + s)$ és el tipus d'interès efectiu anual al comptat vigent en r i fins a $r + s$.

El valor de la branca variable del swap, V_r^v , és la suma de les quotes variables pendents de pagar, actualitzades al tipus d'interès de la corba cupó zero vigent en el moment de la valoració.

Els pagaments variables pendents de realitzar a r i els tipus d'interès efectius anuals per els diferents terminis, es recullen en el següent esquema:



D'acord amb l'esquema anterior, la branca variable del swap en r és:

$$V_r^v = \sum_{s=1}^{n-r} Y_{r+s}^v \cdot (1 + I_1(r, r+s))^{-s \cdot p}$$

Llavors, el pagament de la part variable del swap, corresponent al període $r+s$, és $Y_{r+s}^v = CP_{r+s-1} \cdot i_m^{(r+s)} \cdot p = CP_{r+s-1} \cdot I_m^{(r+s)}$

Per poder fer la valoració de la branca variable del swap s'haurien de conèixer totes les quotes d'interès variable pendents, Y_{r+s} amb $s = 1, 2, 3, \dots, n-r$, però no serà així. Al final del període r es coneix $I_m^{(r+1)}$ que servirà per determinar la quota a $r+1$, Y_{r+1} , però no passarà el mateix amb la resta de quotes d'interès Y_{r+s} amb $s = 2, 3, 4, \dots, n-r$, donat que el tipus d'interès que servirà per determinar la quota que es pagarà en $r+s$ no es coneixerà fins a $r+s-1$. Per poder solucionar aquest problema, s'utilitzarà el mètode de determinació dels tipus variables.

El mètode de determinació dels tipus variables consisteix en identificar el tipus d'interès variable $I_m^{(r+s)}$ com el tipus d'interès *forward* $I_m^*(r+(s-1), r+s)$, que es troba implícit en la corba de tipus cupó zero a la data de valoració del swap, llavors la quota d'interès variable serà:

$$Y_{r+s}^v = CP_{r+s-1} \cdot i_m^*(r+(s-1), r+s) \cdot p = CP_{r+s-1} \cdot I_m^*(r+(s-1), r+s)$$

on $i_m^*(r+(s-1), r+s)$ i $I_m^*(r+(s-1), r+s)$ són respectivament els tipus d'interès nominal i efectiu *forward* del període $r+s$.

Per obtenir el tipus d'interès efectiu *forward*, es suposa que el factor de capitalització des de el període r fins al període $r+s$ es igual al producte de dos factors, un que capitalitza des de r fins a $r+(s-1)$ períodes i un altre que capitalitza des de $r+(s-1)$ fins a $r+s$:

$$[1 + I_1(r, r+s)]^{s \cdot p} = [1 + I_1(r, r+(s-1))]^{(s-1) \cdot p} \cdot [1 + I_m^*(r+(s-1), r+s)]$$

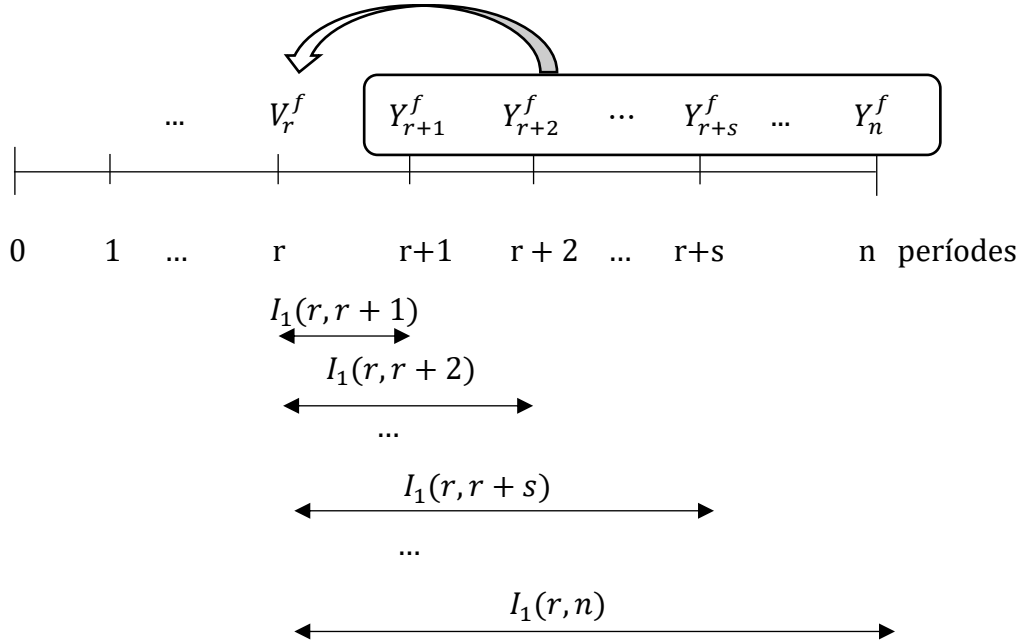
De l'equació anterior s'obté el tipus d'interès efectiu *forward* pel període $r+s$:

$$I_m^*(r+(s-1), r+s) = \frac{[1 + I_1(r, r+s)]^{s \cdot p}}{[1 + I_1(r, r+(s-1))]^{(s-1) \cdot p}} - 1$$

S'ha de tenir en compte que els tipus d'interès obtinguts de la corba de cupó zero són efectius anuals, però el tipus *forward* es pot calcular directament com un efectiu associat a la freqüència del pagaments de les quotes d'interès del swap.

El valor de la branca fixa del swap, V_r^f , és la suma de les quotes de la branca fixa pendents actualitzades als tipus de la corba cupó zero que es troba vigent en el moment de valoració.

Els pagaments de la branca fixa pendents de realitzar a r i els tipus d'interès efectius anuals per els diferents terminis, es recullen en el següent esquema:



D'acord amb l'esquema anterior, el valor de la branca fixe del swap serà:

$$V_r^f = \sum_{s=1}^{n-r} Y_{r+s}^f \cdot (1 + I_1(r, r+s))^{-s \cdot p} = \sum_{s=1}^{n-r} CP_{r+s-1} \cdot I_m \cdot (1 + I_1(r, r+s))^{-s \cdot p}$$

Finalment, la valor del swap serà:

$$V_r^{swap} = V_r^v - V_r^f = \sum_{s=1}^{n-r} CP_{r+s-1} \cdot (I_m^*(r+s-1, r+s) - I_m) \cdot (1 + I_1(r, r+s))^{-s \cdot p}$$

En el cas del préstec amb quota de capital constant, l'expressió específica per calcular el capital pendent en el període $r+s-1$ d'aquest tipus de préstec seria:

$$CP_{r+s-1} = C - (r+s-1) \cdot A$$

L'equació específica per calcular el valor del swap d'aquest tipus de préstec seria :

$$V_r^s = V_r^v - V_r^f = \sum_{s=1}^{n-r} (C - (r+s-1) \cdot A) \cdot (I_m^*(r+s-1, r+s) - I_m) \cdot (1 + I_1(r, r+s))^{-s \cdot p}$$

En el cas del préstec amb sistema francès, l'expressió específica per calcular el capital pendent en el període $r + s - 1$, seria:

$$CP_{r+s-1} = R_{r+s-1} = \alpha_{r+s-1} \cdot a_{n-(r+s-1)|l_1^{r+s-1}}$$

L'equació específica per calcular el valor del swap d'aquest tipus de préstec seria :

$$V_r^s = V_r^v - V_r^f = \sum_{s=1}^{n-r} (\alpha_{r+s-1} \cdot a_{n-(r+s-1)|l_1^{r+s-1}}) \cdot (I_m^*(r + s - 1, r + s) - I_m) \cdot (1 + I_1(r, r + s))^{-s \cdot p}$$

El tipus d'interès $I_m^*(r + s - 1, r + s)$ serà el tipus d'interès efectiu *forward* pel període $r + s - 1$ fins al període $r + s$.

4.3. Preu del swap

El preu del swap és el tipus d'interès nominal fixe, i_m , que determina l'import de les quotes d'interès de la branca fixe del swap. El preu es decideix a la data de contractació del swap, perquè en aquell moment el valor del swap sigui 0, i llavors, el valor de la part variable coincideix amb el valor de la branca fixa del swap:

$$V_o^{swap} = V_o^{variable} - V_o^{fixe} = 0 \rightarrow V_o^{variable} = V_o^{fixe}$$

El valor en 0 dels pagaments variables seria:

$$V_0^v = \sum_{s=1}^n Y_s^v \cdot (1 + I_1(0, s))^{-s \cdot p}$$

Utilitzant el mètode de terminació del tipus variables, el valor seria:

$$V_0^v = p \cdot \sum_{s=1}^n CP_{s-1} \cdot i_m^*(s - 1, s) \cdot p \cdot (1 + I_1(0, s))^{-s \cdot p}$$

El valor en 0 dels pagaments fixes seria:

$$\begin{aligned} V_0^f &= \sum_{s=1}^n Y_s^f \cdot (1 + I_1(0, s))^{-s \cdot p} = \sum_{s=1}^n CP_{s-1} \cdot i_m \cdot p \cdot (1 + I_1(0, s))^{-s \cdot p} \\ &= i_m \cdot p \cdot \sum_{s=1}^n CP_{s-1} \cdot (1 + I_1(0, s))^{-s \cdot p} \end{aligned}$$

Aplicant el mètode de determinació del tipus variables, la igualtat $V_0^v = V_0^f$ és:

$$p \cdot \sum_{s=1}^n CP_{s-1} \cdot i_m^*(s-1, s) \cdot (1 + I_1(0, s))^{-s \cdot p} = i_m \cdot p \cdot \sum_{s=1}^n CP_{s-1} \cdot (1 + I_1(0, s))^{-s \cdot p}$$

El tipus d'interès $i_m^*(s-1, s)$ serà el tipus d'interès nominal *forward* des del període $s-1$ fins al període s .

D'on resulta que el preu del swap, i_m , és:

$$i_m = \frac{\sum_{s=1}^n CP_{s-1} \cdot i_m^*(s-1, s) \cdot (1 + I_1(0, s))^{-s \cdot p}}{\sum_{s=1}^n CP_{s-1} \cdot (1 + I_1(0, s))^{-s \cdot p}}.$$

Pel préstec amb quota de capital constant es pot identificar un preu del swap més específic, el valor en el moment 0 de la branca variable i fixe seria :

$$V_0^v = p \cdot \sum_{s=1}^n (C - (s-1) \cdot A) \cdot i_m^*(s-1, s) \cdot (1 + I_1(0, s))^{-s \cdot p}$$

$$V_0^f = i_m \cdot p \cdot \sum_{s=1}^n (C - (s-1) \cdot A) \cdot (1 + I_1(0, s))^{-s \cdot p}$$

Finalment, resulta que el preu d'aquest tipus de swap, i_m , és :

$$i_m = \frac{\sum_{s=1}^n (C - (s-1) \cdot A) \cdot i_m^*(s-1, s) \cdot (1 + I_1(0, s))^{-s \cdot p}}{\sum_{s=1}^n (C - (s-1) \cdot A) \cdot (1 + I_1(0, s))^{-s \cdot p}}$$

El tipus d'interès $i_m^*(s-1, s)$ serà el tipus d'interès nominal *forward* pel període $s-1$ fins el període s .

Pel préstec amb el sistema francès es pot identificar un preu del swap més específic, a partir de l'expressió general, el valor en el moment 0 de la branca variable i fixe seria::

$$V_0^v = p \cdot \sum_{s=1}^n (\alpha_{s-1} \cdot a_{n-(s-1)|I_1^{s-1}}) \cdot i_m^*(s-1, s) \cdot (1 + I_1(0, s))^{-s \cdot p}$$

$$V_0^f = i_m \cdot p \cdot \sum_{s=1}^n (\alpha_{s-1} \cdot a_{n-(s-1)|I_1^{s-1}}) \cdot (1 + I_1(0, s))^{-s \cdot p}$$

Finalment, resulta que el preu d'aquest tipus de swap, i_m , és :

$$i_m = \frac{\sum_{s=1}^n (\alpha_{s-1} \cdot a_{n-(s-1)|I_1^{s-1}}) \cdot i_m^*(s-1, s) \cdot (1 + I_1(0, s))^{-s \cdot p}}{\sum_{s=1}^n (\alpha_{s-1} \cdot a_{n-(s-1)|I_1^{s-1}}) \cdot (1 + I_1(0, s))^{-s \cdot p}}$$

5. Cobertura dels préstecs amb swaps.

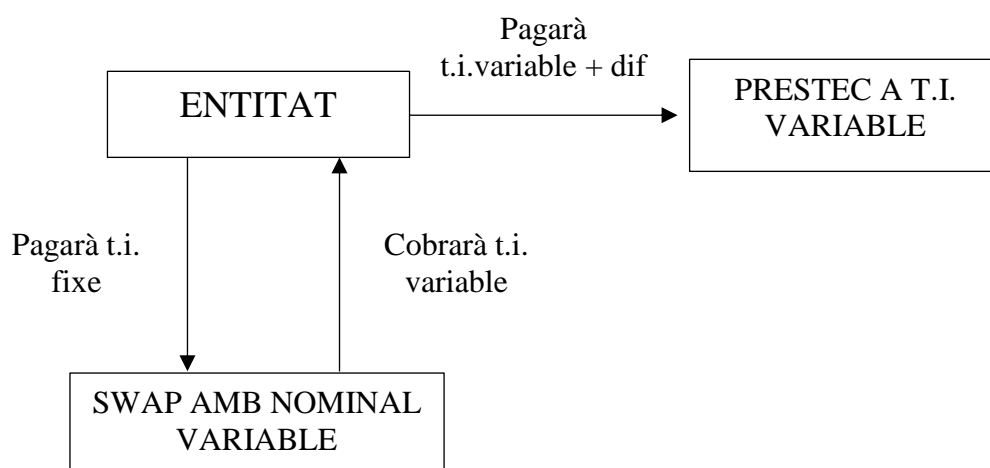
Els operadors que contracten un swap, ho fan perquè es volen cobrir davant d'una evolució desfavorable dels tipus d'interès, o de manera especulativa, en l'últim cas encara que no es cobreixi cap operació lligada al swap, el swap es contracta per aprofitar les variacions dels tipus d'interès.

Els swaps es poden associar a la estructura financera d'una entitat amb la finalitat de cobrir el risc de variació dels tipus d'interès. Una entitat es troba en situació de risc per possibles pujades del tipus d'interès si els pagaments del seu passiu són variables i els cobraments dels seus actius són fixes. Paral·lelament una entitat es troba en situació de risc per possibles baixades del tipus d'interès si els pagaments dels seu passiu són fixes i el cobrament dels seus actius són variables.

Aquest treball es centra en cobrir el risc d'una pujada de tipus d'interès associat al préstec a tipus variable. El risc que té l'entitat és que hi hagi una pujada dels tipus d'interès, perquè això faria que les quotes d'interès que ha de pagar cada període s'incrementessin, llavors el cost d'aquest préstec seria molt més alt que si hagués finançat el préstec a tipus fixe al principi de l'operació.

Per aquest motiu l'entitat es cobrirà d'aquest risc amb un swap, l'entitat en el swap serà pagadora de tipus fixe i receptora de tipus variable i d'aquesta manera haurà cobert el risc que tenia, donat que pagarà una quota fixe i cobrarà una quota a tipus variable amb la que pagarà les pujades que tinguin el préstec. L'índex de referència que s'utilitza per calcular les quotes d'interès variable ha de ser el mateix pel swap i pel préstec.

La situació es resumeix amb el següent esquema:



Esquema 1: Gràfic de la situació de cobertura del préstec amb swap. Font :Elaboració pròpia.

En la següent taula es mostra, de manera més clara, el cost efectiu que haurà de pagar l'entitat que té un préstec a tipus variable en contraposició al que hauria de pagar si el cobris amb un swap de nominal variable:

| | Entitat |
|--|---------------------------------------|
| Pagaments pel préstec | T.i. Variable (Euríbor) + diferencial |
| Pagaments pel swap | T.i. Fixe |
| Cobraments pel Swap | T.i. Variable (Euríbor) |
| Cost efectiu del préstec sense el swap | T.i. variable (Euríbor) + diferencial |
| Cost efectiu del préstec amb el swap | T.i. fixe + diferencial |

Taula 1: Resum del cost efectiu de la cobertura del préstec. Font: Elaboració pròpia.

El diferencial és un recàrrec constant del tipus d'interès que acostumen a sumar els prestadors als préstecs de tipus d'interès variable.

6. Simulació del préstec amb quota constant a tipus d'interès variable

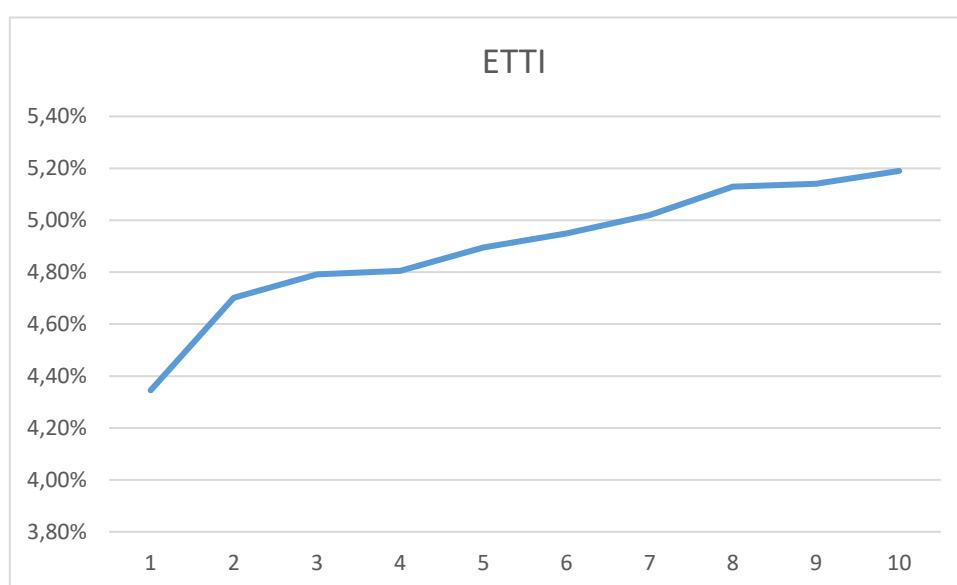
En aquest apartat es posarà en practica tota la formulació feta en els apartats anteriors utilitzant un full de càlcul d'Excel.

Per començar, s'utilitzarà la hipòtesis de que una entitat sol·licita un préstec de 1.200.000 euros, amb amortització anual amb quota de capital constant a tipus d'interès variable, per un termini de 10 anys utilitzant un tipus d'interès variable referenciat a un EURIBOR a 1 any més un diferencial de l'1%, per conèixer quin serà el tipus d'interès a cada any s'utilitzarà una estructura de tipus d'interès (ETTI) creixent que s'explicarà a continuació.

La estructura de tipus d'interès (ETTI) serà la corba de tipus d'interès que s'utilitzarà per saber quin és el tipus d'interès de cada període del préstec.

La ETTI que es suposa que esta vigent en la data de contractació del swap i que s'utilitzarà per la simulació, serà la següent:

| T | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|
| $I_1(0, T)$ (%) | 4,345 | 4,701 | 4,792 | 4,805 | 4,895 | 4,95 | 5,02 | 5,13 | 5,14 | 5,19 |



Gràfic 1: Corba de tipus d'interès. Font: Elaboració Propia

A partir de la corba anterior, s'han calculat els tipus d'interès *forward* que s'utilitzarà en cada període pel càlcul de les magnituds del préstec que s'està estudiant, en substitució del EURIBOR els valors dels quals es desconeixen a l'inici de l'operació.

Primerament, s'hauran de calcular els termes amortitzatius, quota de capital i d'interès de cadascun dels períodes².

En aquest tipus de préstec, el primer que es calcularà serà la quota de capital, A_r , que serà la mateixa per a tots els períodes:

$$A_r = A = \frac{1.200.000}{10} = 120.000 \text{ €}$$

El següent pas, serà calcular la quota d'interès del primer període utilitzant el capital pendent d'amortitzar, que en el cas del primer període serà el nominal del préstec, i el tipus d'interès *forward* que regira durant el primer període més el diferencial pactat amb el banc, en el primer període seria un 4,345% més l'1% pactat amb el banc a l'hora de contractar el préstec.

Llavors, la quota d'interès pel primer període, Y_1 , serà:

$$Y_1 = 1.200.000 \cdot (0,04345 + 0,01) = 64.140 \text{ €}$$

Amb la suma de la quota de capital i la quota d'interès s'obtindrà el terme amortitzatiu, α_1 , que haurà de pagar l'entitat en el primer període:

$$\alpha_1 = 120.000 + 64.140 = 184.140 \text{ €}$$

El capital amortitzat al primer període, M_1 , serà igual a la primera quota de capital pagada:

$$M_1 = 120.000 \text{ €}$$

Una vegada que l'entitat pagui el primer terme amortitzatiu, el capital pendent al final del primer període, CP_1 , serà la diferencia entre el nominal del préstec i el total amortitzat del primer període, M_1 , que resultarà:

$$CP_1 = 1.200.000 - 120.000 = 1.080.000 \text{ €}$$

Donat que en aquest tipus de préstecs la quota de capital sempre serà la mateixa, s'haurà de calcular el tipus d'interès *forward* que regira des de el primer període fins al segon període a partir de la corba de l'EURIBOR a 1 any que s'ha especificat anteriorment, utilitzant el següent mètode :

$$I_1^*(1, 2) = \frac{[1 + 0,04701]^2}{[1 + 0,04345]^1} - 1 = 0,05058 = 5,058 \%$$

²Veure els resultats a la taula 1 a l'Annex 1.

La quota d'interès del segon període es calcularà utilitzant el capital pendent al primer període i el tipus *forward* del període i s'afegirà el diferencial pactat amb el banc:

$$Y_2 = 1.080.000 \cdot (0,05058 + 0,01) = 65.428,72 \text{ €}$$

El següent pas, és calcular el terme d'amortització del segon període que serà la suma de la quota d'interès i de capital del segon període:

$$\alpha_2 = 120.000 + 65.428,72 \text{ €} = 185.428,72 \text{ €}$$

A continuació es calcularà el capital pendent del segon període que s'utilitzarà pel càlcul de la quota d'interès del tercer període; el capital pendent del segon període, CP_2 , serà la diferència entre el nominal del préstec i el total amortitzat del segon període, M_2 :

$$M_2 = 2 \cdot 120.000 = 240.000 \text{ €}$$

$$CP_2 = 1.200.000 - 240.000 = 960.000 \text{ €}$$

Per calcular la resta de períodes seguirem els mateixos passos que s'han seguit per calcular el resultat del segon període fins a obtenir els resultats de tots els períodes que té el préstec³.

Una vegada s'han calculat les magnituds de tots els períodes es planteja l'equació de la qual s'obté el tant efectiu prestatari al que resultaria el préstec suposant la corba de tipus d'interès que s'ha creat sense cap despesa inicial.

$$1.200.000 = \sum_{r=1}^{10} \alpha_r \cdot (1 + I_1^P)^{-r}$$

El tipus d'interès prestatari, I_1^P , s'ha calculat utilitzant l'Excel i el resultat seria de 5,9703%⁴.

Habitualment a l'hora de contractar un préstec sempre hi ha unes despeses inicials, si es suposa que aquestes ascendeixen a un total de 15.000 €. L'equació d'equilibri resultarà:

$$1.200.000 = 15.000 + \sum_{r=1}^{10} \alpha_r \cdot (1 + I_1^{P*})^{-r}$$

El nou tipus d'interès prestatari, I_1^{P*} , serà de 6,2548%⁵, superior al tipus d'interès sense despeses inicials.

6.1. Swap de nominal variable pel préstec amb quota de capital constant

L'entitat vol eliminar el risc d'una pujada de tipus d'interès per saber des de l'inici de l'operació la quantitat d'interessos que haurà de pagar, per aquest motiu li recomanen contractar un swap.

³ Veure els resultats de tots els períodes de la taula 1 a l'Annex 1.

⁴ Veure els resultats a la taula 2 a l'Annex 1.

⁵ Veure els resultats a la taula 3 de l'Annex 1.

Es crearà un swap referenciat al préstec que ha contractat, en el qual el nominal del swap variarà en cada període en funció del capital pendent d'amortitzar que tingui el préstec i el tipus d'interès variable del swap serà l'EURIBOR a 1 any.

El primer pas que s'haurà de seguir, serà trobar el preu del swap, el tipus d'interès nominal fixe, i_m , que determinarà el valor de les quotes de la branca fixe que haurà de pagar l'entitat.

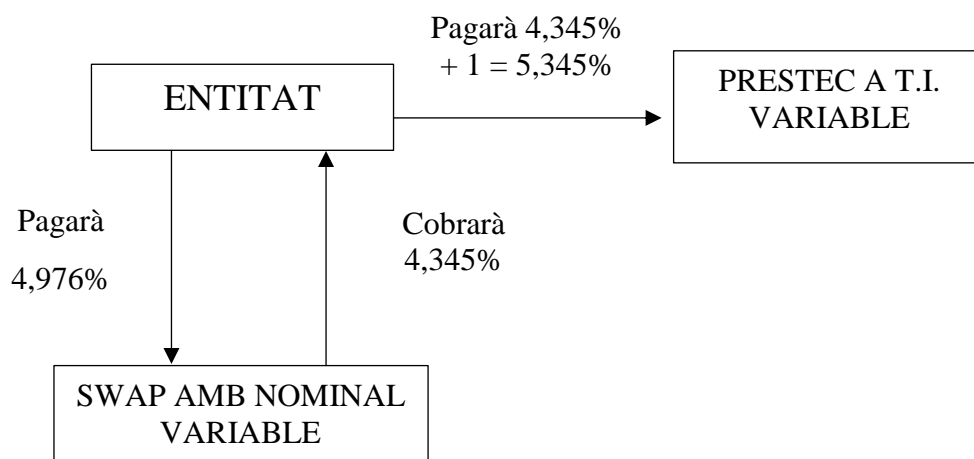
Per trobar-lo s'haurà d'igualar el valor de la branca variable amb el valor de la branca fixe en el moment de la contractació⁶ es suposarà que l'EURIBOR de cada període és el *forward*⁷ deduït de la ETTI vigent en el moment de la contractació del swap.

$$i_1 = \frac{273.124,38}{5.488.810,57} = 0,04976 = 4,976\%$$

El preu del swap, i_1 , resultaria de 4,976%, el banc pot augmentar lleugerament el preu del swap per ajustar a favor seu els futurs tipus d'interès incerts.

L'entitat finalment decideix acceptar el swap per cobrir-se del risc de pujada dels tipus d'interès. Durant el primer període, l'entitat pagarà pel swap un tipus d'interès fixe del 4,976% i rebrà el tipus d'interès variable del període, que en el primer període serà del 4,345% i pagarà pel préstec un tipus d'interès variable del 4,345% més el diferencial de l'1%. Per tant, al final del primer període pagaria un tipus d'interès total del 5,976%.

A continuació hi haurà un esquema mostrant de forma clara el punt explicat anteriorment:



Esquema 1: Els resultats de l'operació de préstec i swap per l'entitat en el primer període. Font Elaboració pròpia

⁶ Veure els resultats a la taula 4 a l'Annex 1.

⁷ Veure la columna de tipus d'interès forward a la taula 4 de l'Annex 1.

Finalment, es comprovaran quins seran els resultats globals de les dos operacions conjuntes durant cadascun dels períodes suposant, tal com s'ha dit anteriorment, que l'evolució dels tipus d'interès és la mateixa que la de la corba ETTI que s'ha creat.

L'import de la liquidació del swap al final del primer període s'obté multiplicant el capital pendent del període per la diferència entre el tipus d'interès variable del primer període i el tipus d'interès fixe o preu del swap. Els càlculs del primer període serien els següents:

$$L_1 = 1.200.000 \cdot (0,04345 - 0,04976) = -7.572,25 \text{ €}$$

Al final del primer període, l'entitat, al ser l'operador que paga el tipus d'interès fixe, hauria de pagar l'import de liquidació de 7.572,25 € a l'altre operador del swap, que es sumaria a l'import del terme amortitzatiu del préstec i resultaria un total de 191.712,25 € que l'entitat hauria de pagar al final del primer període.

Després es calcularà la liquidació del segon període, que es faria multiplicant el capital pendent del segon període per la diferència entre el tipus variable del segon període i el tipus d'interès fixe del swap. Els càlculs serien els següents:

$$L_2 = 1.080.000 \cdot (0,05058 - 0,04976) = +887,69 \text{ €}$$

Al final del segon període, l'entitat rebria l'import de liquidació de 887,69€ per part de l'altre operador del swap. El resultat global que hauria de pagar pel préstec i el swap seria de 184.541,03 €.

Per calcular l'import de la liquidació dels següents períodes s'utilitzaria el mateix mètode que s'ha descrit anteriorment. Els resultats de cada període es troben a la següent taula :

| Període | Swap | | | Préstec | Swap + Préstec |
|-----------|----------------|------------|-----------|-------------------|-----------------|
| | Quota variable | Quota fixe | Saldo V-F | Quota del préstec | Resultat global |
| 0 | | | | | |
| 1 | 52.140,00 | 59.712,25 | -7.572,25 | 184.140,00 | 191.712,25 |
| 2 | 54.628,72 | 53.741,03 | 887,69 | 185.428,72 | 184.541,03 |
| 3 | 47.752,68 | 47.769,80 | -17,13 | 177.352,68 | 177.369,80 |
| 4 | 40.689,68 | 41.798,58 | -1.108,90 | 169.089,68 | 170.198,58 |
| 5 | 37.841,57 | 35.827,35 | 2.014,22 | 165.041,57 | 163.027,35 |
| 6 | 31.352,60 | 29.856,13 | 1.496,47 | 157.352,60 | 155.856,13 |
| 7 | 26.116,71 | 23.884,90 | 2.231,81 | 150.916,71 | 148.684,90 |
| 8 | 21.251,64 | 17.913,68 | 3.337,96 | 144.851,64 | 141.513,68 |
| 9 | 12.528,08 | 11.942,45 | 585,63 | 134.928,08 | 134.342,45 |
| 10 | 6.769,29 | 5.971,23 | 798,06 | 127.969,29 | 127.171,23 |

Taula 1: Resultats globals conjunts de les dos operacions. Font: Elaboració pròpia.

Els resultats en vermell (en negatiu) representa que l'entitat pagarà més interessos que si no tingués contractat el swap.

En el primer període és en el període en el que més interessos pagarà l'entitat donat que és el període en que més capital deu al prestador i a sobre el període en que més desfavorable li sortirà la cobertura del swap.

Com es pot observar a les taules anteriors, al final del primer, tercer i quart període l'entitat haurà de pagar el resultat de la liquidació a l'altre operador del swap donat que el tipus d'interès del període és inferior al tipus d'interès fixe.

L'últim període serà el període en el que menys interessos es pagaran donat que és el període en el que menys capital es deurà al prestador del préstec.

En la següent taula es representaran els resultats percentuals de l'operació de cobertura:

| | Préstec | Swap | | Préstec sense swap | Cobertura amb swap | Diferencia amb el swap |
|---------|---------|--------|---------|--------------------|--------------------|------------------------|
| Període | Pagarà | Pagarà | Cobrarà | Pagaria | Pagaria | |
| 1 | 5,345% | 4,976% | 4,345% | 5,345% | 5,976% | -0,631% |
| 2 | 6,058% | 4,976% | 5,058% | 6,058% | 5,976% | 0,082% |
| 3 | 5,974% | 4,976% | 4,974% | 5,974% | 5,976% | -0,002% |
| 4 | 5,844% | 4,976% | 4,844% | 5,844% | 5,976% | -0,132% |
| 5 | 6,256% | 4,976% | 5,256% | 6,256% | 5,976% | 0,280% |
| 6 | 6,225% | 4,976% | 5,225% | 6,225% | 5,976% | 0,249% |
| 7 | 6,441% | 4,976% | 5,441% | 6,441% | 5,976% | 0,465% |
| 8 | 6,903% | 4,976% | 5,903% | 6,903% | 5,976% | 0,927% |
| 9 | 6,220% | 4,976% | 5,220% | 6,220% | 5,976% | 0,244% |
| 10 | 6,641% | 4,976% | 5,641% | 6,641% | 5,976% | 0,665% |

Taula 2: Resultats percentuals conjunts de les dos operacions. Font: Elaboració pròpia.

Al final amb els resultats globals de tots els períodes, l'entitat s'hauria cobert del risc de pujada de tipus d'interès donat que ha pagat un tipus d'interès fixe de 5,976%⁸.

Si es tenen en compte les despeses inicials de 15.000 €, l'entitat tindria un tipus d'interès prestatari, I_1^{P**} , del préstec amb la cobertura amb swap del 6,263%⁹.

⁸ Veure els resultats a la taula 5 a l'Annex 1.

⁹ Veure els resultats a la taula 6 de l'Annex 1.

7. Simulació del préstec amb sistema francès a tipus d'interès variable

Per començar, s'utilitzarà la hipòtesis de que una entitat sol·licita un préstec de 1.200.000 euros, amb amortització anual amb el sistema francès a tipus d'interès variable, per un termini de 10 anys utilitzant un tipus d'interès variable referenciat a un EURIBOR a 1 any més un diferencial de l'1%, per aproximar quin serà el tipus d'interès a cada any s'utilitzarà una estructura de tipus d'interès (ETI) creixent.

La corba ETI que s'utilitzarà serà la mateixa que s'ha utilitzat en la simulació del préstec amb quota de capital constant ¹⁰.

A partir d'aquesta corba, s'han calculat els tipus d'interès *forward* que regeixen en cada període del càlcul del préstec que s'està estudiant.

Primerament, s'hauran de calcular els termes amortitzatius, quota de capital i d'interès de cadascun dels períodes¹¹.

En aquest tipus de préstec, el primer que es calcularà serà el terme amortitzatiu, α_1 , que es calcularà així:

$$\alpha_1 = \frac{1.200.000}{a_{10|0,04345+0,01}} = 158.019,84 \text{ €}$$

Per calcular la quota d'interès del primer període s'utilitza el capital pendent d'amortitzar, que en el cas del primer període serà el nominal del préstec, i el tipus d'interès *forward* que regira durant el primer període més el diferencial pactat amb el banc, en el primer període seria un 4,345% més l'1% pactat amb el banc a l'hora de contractar el préstec.

Llavors, la quota d'interès pel primer període, Y_1 , serà:

$$Y_1 = 1.200.000 \cdot (0,04345 + 0,01) = 64.140 \text{ €}$$

La quota de capital, A_1 , es calcularà per diferencia entre el terme amortitzatiu, α_1 i la quota d'interès, Y_1 , del primer període:

$$A_1 = 158.019,84 - 64.140 = 93.879,84 \text{ €}$$

El següent pas a seguir, seria trobar la reserva matemàtica del primer període, R_1 , que serà igual al capital pendent d'amortitzar al primer període, CP_1 , que es pot calcular de la següent manera:

$$R_1 = 158.019,84 \cdot a_{9|0,04345+0,01} = 1.106.120,16 \text{ €}$$

¹⁰ Veure la corba ETI utilitzada per la simulació al Gràfic 1 de l'Annex 2.

¹¹ Veure taula 1 a l'annex 2.

O també es pot calcular per diferencia entre el nominal del préstec i el total amortitzat del primer període, M_1 :

$$M_1 = 93.879,84 \text{ €}$$

$$R_1 = CP_1 = 1.200.000 - 93.879,84 = 1.106.120,16 \text{ €}$$

Una vegada calculat el capital pendent del primer període, s'haurà de calcular el tipus d'interès *forward* que regira al segon any a partir de la corba ETTI que s'ha especificat anteriorment, utilitzant el següent mètode:

$$I_1^*(1, 2) = \frac{[1 + 0,04701]^2}{[1 + 0,04345]^1} - 1 = 0,05058 = 5,058 \%$$

Després de calcular el tipus d'interès *forward* que regira des del primer període fins al segon període, $I_1^*(1, 2)$, es calcularà el segon terme amortitzatiu del préstec, utilitzant el nou tipus d'interès *forward* que regeix en aquest període afegint el diferencial pactat amb el banc i la reserva matemàtica del primer període, R_1 :

$$\alpha_2 = \frac{1.106.120,16}{a_{9|0,05058+0,01}} = 163.036,53 \text{ €}$$

La quota d'interès del segon període, Y_2 , es calcula utilitzant la reserva matemàtica del primer període, R_1 , i el tipus d'interès *forward* que regira a l'inici del segon període més el diferencial pactat amb el prestador del préstec:

$$Y_2 = 1.106.120,16 \cdot (0,05058 + 0,01) = 67.011,13 \text{ €}$$

La quota de capital del segon període, A_2 , es calcularà per diferencia entre el terme amortitzatiu, α_2 i la quota d'interès del segon període, Y_2 :

$$A_2 = 163.036,53 - 67.011,13 = 96.025,40 \text{ €}$$

La reserva matemàtica del segon període, R_2 , s'utilitzarà pel càlcul del terme amortitzatiu del tercer període:

$$R_2 = 163.036,53 \cdot a_{8|0,05058+0,01} = 1.010.094,76 \text{ €}$$

O també es pot calcular per diferencia entre el nominal del préstec i el total amortitzat del segon període, M_2 :

$$M_2 = 93.879,84 + 96.025,40 = 189.905,24 \text{ €}$$

$$R_2 = 1.200.000 - 189.905,24 = 1.010.094,76 \text{ €}$$

Per calcular la resta de períodes seguirem els mateixos passos que s'han seguit per calcular el resultat del primer i segon període fins a obtenir els resultats de tots els períodes que té el préstec¹².

Una vegada s'han calculat les magnituds de tots els períodes es planteja l'equació de la que s'obté el tant efectiu prestatari al que resultaria el préstec suposant la corba de tipus d'interès que s'ha creat i suposant que no tindrà cap despesa inicial del préstec.

$$1.200.000 = \sum_{r=1}^{10} \alpha_r \cdot (1 + I_1^P)^{-r}$$

El tipus d'interès prestatari, I_1^P , s'ha calculat utilitzant l'Excel i el resultat seria de 5,9914%¹³.

Habitualment a l'hora de contractar un préstec sempre hi ha unes despeses inicials, si es suposa que aquestes són de 15.000 €. L'equació d'equilibri resultarà:

$$1.200.000 = 15.000 + \sum_{r=1}^{10} \alpha_r \cdot (1 + I_1^{P*})^{-r}$$

El nou tipus d'interès prestatari, I_1^{P*} , serà de 6,25604%¹⁴, superior al tipus d'interès sense despeses inicials.

7.1. Swap de nominal variable pel préstec amb sistema francès

L'entitat vol eliminar el risc d'una pujada de tipus d'interès per saber des de l'inici de l'operació la quantitat d'interessos que haurà de pagar, per aquest motiu li recomanen contractar un swap.

Es crearà un swap referenciat al préstec que ha contractat en el qual el nominal del swap variarà en cada període en funció del capital pendent d'amortitzar que tingui el préstec i el tipus d'interès variable del swap serà l'EURIBOR a 1 any.

El primer pas que s'haurà de seguir, serà trobar el preu del swap, el tipus d'interès nominal fixe, i_m , que determinarà el valor de les quotes de la branca fixe que haurà de pagar l'entitat.

Per trobar-lo s'haurà d'igualar el valor de la branca variable amb el valor de la branca fixe en el moment de la contractació¹⁵ es suposarà que l'EURIBOR de cada període és el *forward*¹⁶ deduït de la ETTI vigent en el moment de la contractació del swap.

$$i_1 = \frac{295.304,83}{5.909.165,44} = 0,049974 = 4,9974\%$$

El preu del swap resultaria de 4,9974%, el banc pot augmentar lleugerament el preu del swap per ajustar a favor seu els futurs tipus d'interès incerts.

¹² Veure els resultats de tots els períodes a la taula 1 de l'Annex 2.

¹³ Veure els resultats a la taula 2 de l'Annex 2.

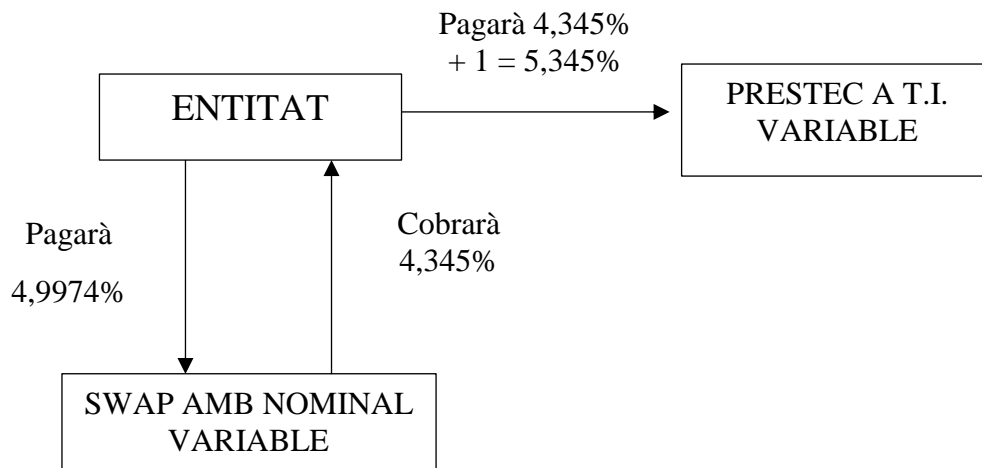
¹⁴ Veure els resultats a la taula 3 de l'Annex 2.

¹⁵ Veure els resultats a la taula 4 de l'Annex 2.

¹⁶ Veure columnes de tipus d'interès forward a la taula 4 de l'Annex 2

L'entitat finalment decideix acceptar el swap per cobrir-se del risc de pujada dels tipus d'interès. Durant el primer període, l'entitat pagarà pel swap un tipus d'interès fixe del 4,9974% rebrà un tipus d'interès variable del període, que el primer període serà del 4,345% i pagarà pel préstec un tipus d'interès variable del 4,345% més el diferencial del 1%, per tant, al final del primer període pagaria un tipus d'interès total del 5,9974%.

A continuació hi haurà un esquema mostrant de forma clara el punt explicat anteriorment:



Esquema 1: Els resultats de l'operació de préstec i swap per l'entitat en el primer període. Font Elaboració pròpia

Finalment, es comprovaran quins seran els resultats globals de les dos operacions conjuntes durant cadascun dels períodes suposant, com s'ha dit anteriorment, que l'evolució dels tipus d'interès és la mateixa que la de la corba ETTI que s'ha creat.

L'import de liquidació del swap al final del primer període s'obté multiplicant el capital pendent del període per la diferencia entre el tipus d'interès variable del primer període i el tipus d'interès fixe o preu del swap. Els càlculs del primer període serien els següents:

$$L_1 = 1.200.000 \cdot (0,04345 - 0,049974) = - 7.828,84 \text{ €}$$

Al final del primer període, l'entitat, al ser l'operador que paga el tipus d'interès fixe, hauria de pagar l'import de liquidació de 7.828,84 € a l'altre operador del swap, que es sumaria a l'import del terme amortitzatiu del préstec i resultaria un total de 165.848,68 € que l'entitat hauria de pagar el primer període.

Després es calcularà la liquidació del segon període, que es faria multiplicant el capital pendent del segon període per la diferencia entre el tipus variable del segon període i el tipus d'interès fixe del swap. Els càlculs serien els següents:

$$L_2 = 1.080.000 \cdot (0,05058 - 0,049974) = + 672,65 \text{ €}$$

Al final del segon període, l'entitat rebria l'import de liquidació de 672,65 €. El resultat global que hauria de pagar pel préstec i el swap seria de 162.848,68 €.

Per calcular l'import de la liquidació dels següents períodes s'utilitzaria el mateix mètode que s'ha descrit anteriorment. Els resultats de cada període es troben a la següent taula :

| Període | Swap | | | Préstec | Swap + Préstec |
|-----------|----------------|------------|-----------|-------------------|-----------------|
| | Quota variable | Quota fixe | Saldo V-F | Quota del préstec | Resultat global |
| 0 | | | | | |
| 1 | 52.140,00 | 59.968,84 | -7.828,84 | 158.019,84 | 165.848,68 |
| 2 | 55.949,93 | 55.277,29 | 672,65 | 163.036,53 | 162.363,89 |
| 3 | 50.244,51 | 50.478,51 | -234,00 | 162.495,75 | 162.729,75 |
| 4 | 43.980,92 | 45.373,65 | -1.392,73 | 161.744,02 | 163.136,75 |
| 5 | 42.007,34 | 39.942,29 | 2.065,05 | 163.848,27 | 161.783,21 |
| 6 | 35.815,77 | 34.252,83 | 1.562,94 | 163.713,60 | 162.150,66 |
| 7 | 30.707,20 | 28.203,78 | 2.503,42 | 164.519,80 | 162.016,38 |
| 8 | 25.749,89 | 21.798,67 | 3.951,23 | 165.920,91 | 161.969,68 |
| 9 | 15.680,51 | 15.011,74 | 668,76 | 164.349,63 | 163.680,87 |
| 10 | 8.728,18 | 7.732,26 | 995,92 | 165.001,08 | 164.005,17 |

Taula 1: Resultats globals conjunts de les dos operacions. Font: Elaboració pròpia

Els resultats en vermell (en negatiu) representen que l'entitat pagarà més interessos que si no tingués contractat el swap.

En el primer i segon període són els períodes en els que més interessos pagarà l'entitat donat que són els períodes en que més capital deu al prestador.

El terme amortitzatiu del préstec és molt semblant en tots els períodes del préstec, donat que és un préstec amb sistema francès en el que en els períodes inicials es paga més interessos que en el de quota de capital i a mida que avança el préstec es paguen menys interessos i s'amortitza més capital.

Al final del primer, tercer i quart període, l'entitat haurà de pagar el resultat de la liquidació a l'altre operador del swap donat que el tipus d'interès del període és inferior al tipus d'interès fixe.

L'últim període serà el període en el que menys interessos es pagaran donat que és el període en el que menys capital es deurà al prestador del préstec.

En la taula següent es representaran els resultats percentuals de l'operació de cobertura:

| | Préstec | Swap | | Préstec sense swap | Cobertura amb swap | Diferencia amb el swap |
|---------|---------|--------|---------|--------------------|--------------------|------------------------|
| Període | Pagarà | Pagarà | Cobrarà | Pagarà | Pagarà | |
| 1 | 5,345% | 4,997% | 4,345% | 5,345% | 5,997% | -0,6524% |
| 2 | 6,058% | 4,997% | 5,058% | 6,058% | 5,997% | 0,0608% |
| 3 | 5,974% | 4,997% | 4,974% | 5,974% | 5,997% | -0,0232% |
| 4 | 5,844% | 4,997% | 4,844% | 5,844% | 5,997% | -0,1534% |
| 5 | 6,256% | 4,997% | 5,256% | 6,256% | 5,997% | 0,2584% |
| 6 | 6,225% | 4,997% | 5,225% | 6,225% | 5,997% | 0,2280% |
| 7 | 6,441% | 4,997% | 5,441% | 6,441% | 5,997% | 0,4436% |
| 8 | 6,903% | 4,997% | 5,903% | 6,903% | 5,997% | 0,9058% |
| 9 | 6,220% | 4,997% | 5,220% | 6,220% | 5,997% | 0,2226% |
| 10 | 6,641% | 4,997% | 5,641% | 6,641% | 5,997% | 0,6437% |

Taula 2: Resultats percentuals conjunts de les dos operacions. Font: Elaboració pròpia.

Al final amb els resultats globals de tots els períodes, l'entitat s'hauria cobert del risc de pujada de tipus d'interès donat que ha pagat un tipus d'interès fixe de 5,997%¹⁷.

Si es tenen en compte les despeses inicials de 15.000 €, l'entitat tindria un tipus d'interès prestatari, I_1^{P**} , del préstec amb la cobertura amb swap del 6,2641%¹⁸.

¹⁷ Veure els resultats a la taula 5 de l'Annex 2.

¹⁸ Veure els resultats a la taula 6 de l'Annex 2.

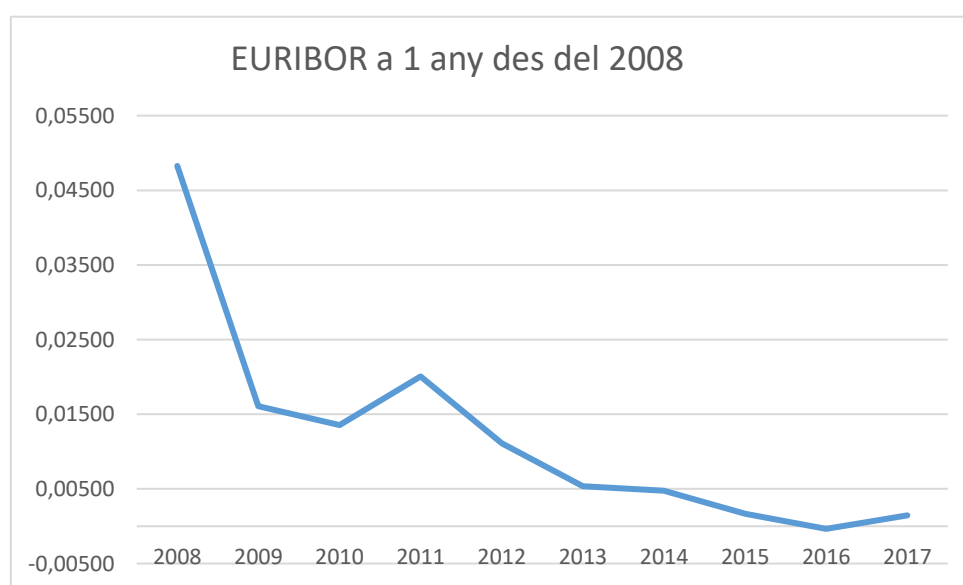
8. Aplicació pràctica d'una situació real d'un préstec amb quota constant

En aquest cas s'utilitzarà tot el que s'ha estudiat anteriorment en aquest treball, i s'aplicarà a la situació de baixada de tipus d'interès que hi va haver durant la crisi financera del 2008, per veure, a posteriori, com va afectar aquesta situació a les entitats que havien contractat un préstec a tipus variable i un swap per cobrir-se d'una possible pujada.

Es suposarà que una entitat sol·licita un préstec de 1.200.000 euros el dia 2 de Gener del 2008, amb amortització anual amb quota de capital constant a tipus d'interès variable, per un termini de 10 anys utilitzant un tipus d'interès variable referenciat a l'EURIBOR a 1 any més un diferencial de l'1%, per conèixer quin serà el tipus d'interès de cada any s'utilitzarà l'EURIBOR a 1 any des de l'inici de 2008¹⁹, que s'ha buscat als històrics de l'EURIBOR per a cada any per així poder fer tots els càlculs.

La corba de tipus d'interès EURIBOR del període del 2008 a l'inici del 2018 és la següent:

| Any | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| EURIBOR (%) | 4,826 | 1,610 | 1,353 | 2,008 | 1,112 | 0,536 | 0,475 | 0,168 | -0,03 | 0,015 |



Gràfic 1: Corba de l'EURIBOR a 1 any des de l'inici del 2008. Font: Elaboració pròpia a partir de dades reals.

A partir de la corba de l'EURIBOR anterior, es calcularan totes les magnituds del préstec per a cadascun dels períodes.

En aquest tipus de préstec, el primer que es calcularà serà la quota de capital, A_r , que serà la mateixa per a tots els períodes:

$$A_r = A = \frac{1.200.000}{10} = 120.000 \text{ €}$$

¹⁹ Dades de l'EURIBOR a 1 any extretes d'aquesta pagina web: <https://www.emmi-benchmarks.eu/euribor-org/euribor-rates.html>

El següent pas, serà calcular la quota d'interès del primer període utilitzant el capital pendent d'amortitzar, que en el cas del primer període serà el nominal del préstec, i el tipus d'interès EURIBOR que regira durant el primer període més el diferencial pactat amb el banc, en el primer període seria un 4,826% més l'1% pactat amb el banc a l'hora de contractar el préstec.

Llavors, la quota d'interès pel primer període, Y_1 , serà :

$$Y_1 = 1.200.000 \cdot (0,04826 + 0,01) = 69.911,86 \text{ €}$$

Amb la suma de la quota de capital i la quota d'interès s'obtindrà el terme amortitzatiu que haurà de pagar l'entitat en el primer període:

$$\alpha_1 = 120.000 + 69.911,86 = 189.911,86 \text{ €}$$

El capital amortitzat al final del primer període, M_1 , serà igual a la primera quota de capital pagada:

$$M_1 = A_1 = 120.000 \text{ €}$$

Una vegada que l'entitat pagui el primer terme amortitzatiu, el capital pendent al final del primer període, CP_1 , serà la diferencia entre el nominal del préstec i el total amortitzat del primer període, M_1 , que resultarà:

$$CP_1 = 1.200.000 - 120.000 = 1.080.000 \text{ €}$$

En aquest cas, com s'està analitzant un període real passat, els tipus d'interès que s'utilitzen són els tipus EURIBOR a 1 any de cadascun dels períodes que s'estan analitzant.

Per tant, la quota d'interès del segon període es calcularà utilitzant el capital pendent al primer període, CP_1 , i el tipus EURIBOR del període més el diferencial pactat amb el banc:

$$Y_2 = 1.080.000 \cdot (0,0161 + 0,01) = 28.188 \text{ €}$$

El següent pas, és calcular el terme d'amortització del segon període que serà la suma de la quota d'interès i de capital del segon període:

$$\alpha_2 = 120.000 + 28.188 \text{ €} = 148.188 \text{ €}$$

A continuació es calcularà el capital pendent del segon període que s'utilitzarà pel càlcul de la quota d'interès del tercer període; el capital pendent del segon període, CP_2 , serà la diferencia entre el nominal del préstec i el total amortitzat del segon període, M_2 :

$$M_2 = 2 \cdot 120.000 = 240.000 \text{ €}$$

$$CP_2 = 1.200.000 - 240.000 = 960.000 \text{ €}$$

Per calcular la resta de períodes es seguiran els mateixos passos que s'han seguit per calcular els resultats del segon període fins a obtenir els resultats de tots els períodes que té el préstec²⁰.

Una vegada s'han calculat les magnituds de tots els períodes es planteja l'equació de la qual s'obté el tant efectiu prestatari al que resultaria el préstec suposant la corba de tipus d'interès que s'ha creat i suposant que el préstec no té cap despesa inicial.

$$1.200.000 = \sum_{r=1}^{10} \alpha_r \cdot (1 + I_1^P)^{-r}$$

El tipus d'interès prestatari, I_1^P , s'ha calculat utilitzant l'Excel i el resultat seria de 2,8932%²¹.

Habitualment a l'hora de contractar un préstec sempre hi ha unes despeses inicials, si es suposa que aquestes són de 15.000 €. L'equació d'equilibri resultarà:

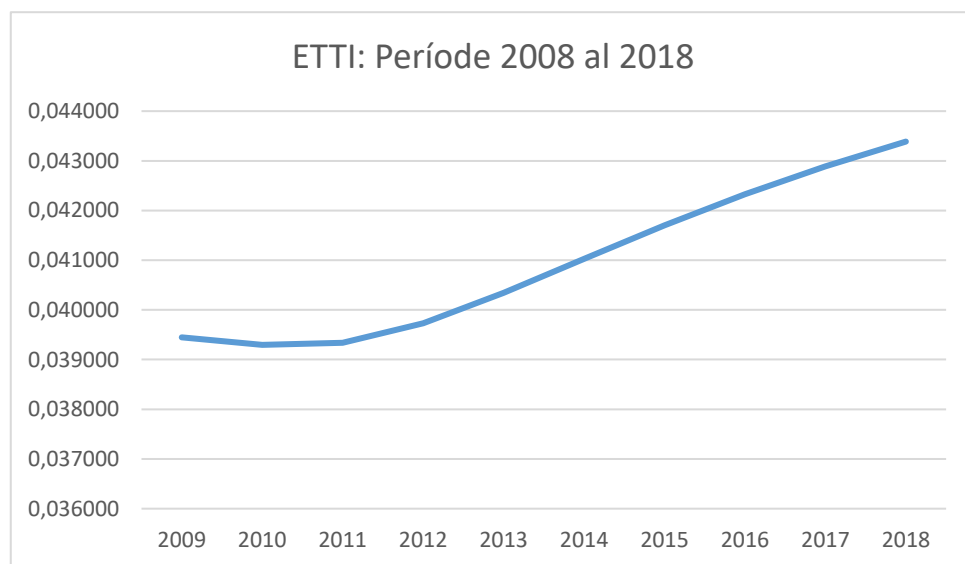
$$1.200.000 = 15.000 + \sum_{r=1}^{10} \alpha_r \cdot (1 + I_1^{P*})^{-r}$$

El nou tipus d'interès prestatari, I_1^{P*} , serà de 3,1574 %²², superior al tipus d'interès sense despeses inicials.

8.1. Swap de nominal variable pel préstec amb quota de capital constant

L'entitat vol eliminar el risc d'una pujada de tipus d'interès per saber des de l'inici de l'operació la quantitat d'interessos que haurà de pagar, per aquest motiu li recomanen contractar un swap.

L'ETI vigent en el moment de contractació del swap, 2 de gener de 2008, seria la següent:



Gràfic 2: Corba ETTI vigent en el moment de la contractació del swap. Font: Elaboració pròpia a partir de les dades del Banc Central Europeu²³.

²⁰ Veure els resultats de tots els períodes a la taula 1 a l'annex 3.

²¹ Veure els resultats a la taula 2 a l'annex 3.

²² Veure els resultats a la taula 3 de l'Annex 3.

²³ https://www.ecb.europa.eu/stats/financial_markets_and_interest_rates/euro_area_yield_curves/html/index.en.html

Es crearà un swap referenciat al préstec que ha contractat en el qual el nominal del swap variarà en cada període en funció del capital pendent d'amortitzar que tingui el préstec i el tipus d'interès variable del swap serà l'EURIBOR a 1 any .

El primer pas que s'haurà de seguir, serà trobar el preu del swap, el tipus d'interès nominal fixe, i_1 , que determinarà el valor de les quotes de la branca fixe que haurà de pagar l'entitat.

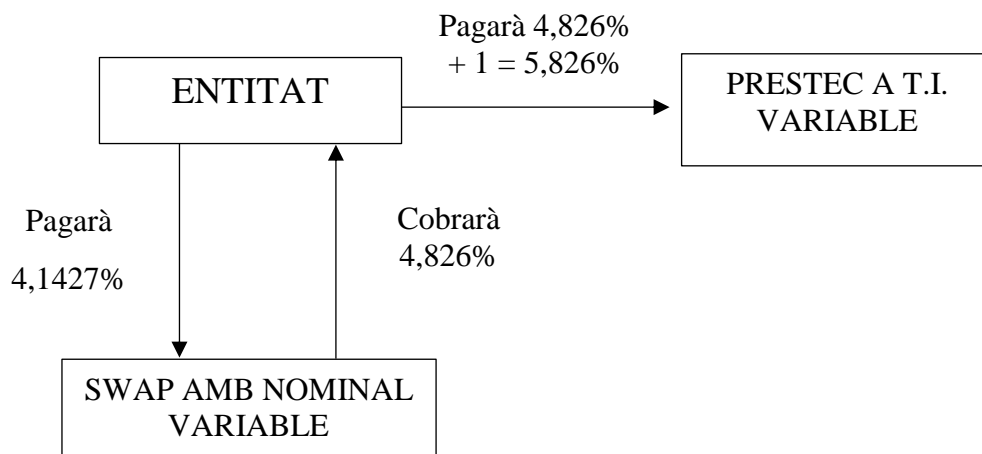
Per trobar-lo s'haurà d'igualar el valor de la branca variable amb el valor de la branca fixe en el moment de la contractació²⁴ es suposarà que l'EURIBOR de cada període coincidirà amb el *forward*²⁵ deduït de la ETTI vigent en el moment de la contractació del swap.

$$i_1 = \frac{234.158,53}{5.652.310,30} = 0,041427 = 4,1427\%$$

El preu del swap, i_1 , resultaria de 4,1427%, el banc pot augmentar lleugerament el preu del swap per ajustar a favor seu els futurs tipus d'interès incerts.

L'entitat finalment decideix acceptar el swap per cobrir-se del risc de pujada dels tipus d'interès. Durant el primer període, l'entitat pagarà pel swap un tipus d'interès fixe del 4,1427% i rebrà el tipus d'interès variable del període, que en el primer període serà del 4,826% i pagarà pel préstec un tipus d'interès variable del 4,826% més el diferencial de l'1%. Per tant, al final del primer període pagaria un tipus d'interès total del 5,1427%.

A continuació hi haurà un esquema mostrant de forma clara el punt explicat anteriorment:



Esquema 1: Els resultats de l'operació de préstec i swap per l'entitat en el primer període. Font: Elaboració pròpia

Finalment, es comprovaran quins seran els resultats globals de les dos operacions conjuntes durant cadascun dels períodes suposant que, tal com s'ha dit anteriorment, el tipus d'interès que regeix en cada període és l'EURIBOR a 1 any de cadascun dels anys objectes d'estudi.

²⁴ Veure els resultats a la taula 3 de l'Annex 3.

²⁵ Veure la columna de tipus d'interès *forward* a la taula 4 de l'Annex 3

L'import de la liquidació del swap al final del primer període s'obté multiplicant el capital pendent del període per la diferència entre el tipus d'interès variable del primer període i el tipus d'interès fixe o preu del swap. Els càlculs del primer període serien els següents:

$$L_1 = 1.200.000 \cdot (0,04826 - 0,041427) = 8.199,40 \text{ €}$$

Al final del primer període, l'entitat, al ser l'operador que paga el tipus d'interès fixe, rebrà l'import de liquidació de 8.199,40 € de l'altre operador del swap, que es restaria a l'import del terme amortitzatiu del préstec i resultaria un total de 181.712,46 € que l'entitat hauria de pagar al final del primer període.

Després es calcularà la liquidació del segon període, que es faria multiplicant el capital pendent del segon període per la diferència entre el tipus variable del segon període i el tipus d'interès fixe del swap. Els càlculs serien els següents:

$$L_2 = 1.080.000 \cdot (0,01610 - 0,041427) = -27.353,21 \text{ €}$$

Al final del segon període, l'entitat pagaria l'import de liquidació de 27.353,21 € a l'altre operador del swap. El resultat global que hauria de pagar pel préstec i el swap seria de 175.541,21 €.

Per calcular l'import de la liquidació dels següents períodes s'utilitzaria el mateix mètode que s'ha descrit anteriorment. Els resultats de cada període es troben a la següent taula :

| Període | Swap | | | Préstec | Swap + Préstec |
|-----------|----------------|------------|------------|-------------------|-----------------|
| | Quota variable | Quota fixe | Saldo V-F | Quota del préstec | Resultat global |
| 0 | | | | | |
| 1 | 57.911,86 | 49.712,46 | 8.199,40 | 189.911,86 | 181.712,46 |
| 2 | 17.388,00 | 44.741,21 | -27.353,21 | 148.188,00 | 175.541,21 |
| 3 | 12.988,80 | 39.769,97 | -26.781,17 | 142.588,80 | 169.369,97 |
| 4 | 16.867,20 | 34.798,72 | -17.931,52 | 145.267,20 | 163.198,72 |
| 5 | 8.006,40 | 29.827,47 | -21.821,07 | 135.206,40 | 157.027,47 |
| 6 | 3.216,00 | 24.856,23 | -21.640,23 | 129.216,00 | 150.856,23 |
| 7 | 2.280,00 | 19.884,98 | -17.604,98 | 127.080,00 | 144.684,98 |
| 8 | 604,80 | 14.913,74 | -14.308,94 | 124.204,80 | 138.513,74 |
| 9 | -84,00 | 9.942,49 | -10.026,49 | 122.316,00 | 132.342,49 |
| 10 | 174,00 | 4.971,25 | -4.797,25 | 121.374,00 | 126.171,25 |

Taula 1: Resultats globals conjunts de les dos operacions. Font: Elaboració pròpia

Els resultats en vermell (en negatiu) representen que l'entitat pagarà més interessos que si no tingués contractat el swap.

Com s'observa, en el primer període l'entitat tindrà una situació favorable i rebrà l'import de liquidació, que farà que la quota del préstec amb la cobertura sigui inferior al préstec sense la cobertura donat que el tipus d'interès fixe del swap és inferior al tipus interès del període.

En canvi en la resta de períodes, l'entitat tindrà una situació desfavorable i haurà de pagar els imports de liquidació d'aquells períodes per culpa d'una forta caiguda dels tipus d'interès.

En la següent taula es representaran els resultats percentuals de l'operació de cobertura:

| | Préstec | Swap | | Préstec sense swap | Cobertura amb swap | Diferència amb el swap |
|-----------|---------|--------|---------|--------------------|--------------------|------------------------|
| Període | Pagarà | Pagarà | Cobrarà | Pagaria | Pagaria | |
| 1 | 5,826% | 4,143% | 4,826% | 5,826% | 5,143% | 0,683% |
| 2 | 2,610% | 4,143% | 1,610% | 2,610% | 5,143% | -2,533% |
| 3 | 2,353% | 4,143% | 1,353% | 2,353% | 5,143% | -2,790% |
| 4 | 3,008% | 4,143% | 2,008% | 3,008% | 5,143% | -2,135% |
| 5 | 2,112% | 4,143% | 1,112% | 2,112% | 5,143% | -3,031% |
| 6 | 1,536% | 4,143% | 0,536% | 1,536% | 5,143% | -3,607% |
| 7 | 1,475% | 4,143% | 0,475% | 1,475% | 5,143% | -3,668% |
| 8 | 1,168% | 4,143% | 0,168% | 1,168% | 5,143% | -3,975% |
| 9 | 0,965% | 4,143% | -0,035% | 0,965% | 5,143% | -4,178% |
| 10 | 1,145% | 4,143% | 0,145% | 1,145% | 5,143% | -3,998% |

Taula :Resultats percentuals conjunts de les dos operacions. Font: Elaboració pròpia.

En el primer període, s'haurà cobert d'una pujada dels tipus d'interès que era el propòsit pel qual va contractar el swap, però a partir del segon període cap endavant hi ha una forta caiguda dels tipus d'interès, que farà que l'entitat no es pugui aprofitar d'aquesta caiguda i hagi de pagar el tipus d'interès fixe del swap.

Al final amb els resultats globals de tots els períodes, l'entitat s'hauria cobert del risc de pujada de tipus d'interès donat que ha pagat un tipus d'interès fixe de 5,1427%²⁶.

Si es tenen en compte les despeses inicials de 15.000 €, l'entitat tindria un tipus d'interès prestatari, I_1^{P**} , del préstec amb la cobertura amb swap del 5,4211%²⁷.

²⁶ Veure els resultats a la taula 5 de l'Annex 3.

²⁷ Veure els resultats a la taula 6 de l'Annex 3.

9. Aplicació pràctica d'una situació real d'un préstec amb sistema francès

En aquest cas s'utilitzarà tot el que s'ha estudiat anteriorment en aquest treball, i s'aplicarà a la situació de baixada de tipus d'interès que hi va haver durant la crisi financera del 2008, per veure, a posteriori, com va afectar aquesta situació a les entitats que havien contractat un préstec a tipus variable i un swap per cobrir-se d'una possible pujada.

Per començar, s'utilitzarà la hipòtesis de que una entitat sol·licita un préstec de 1.200.000 euros el dia 2 de Gener de 2008, amb amortització anual amb el sistema francès a tipus d'interès variable, per un termini de 10 anys utilitzant un tipus d'interès variable referenciat a un EURIBOR a 1 any més un diferencial de l'1%, com a tipus d'interès variable s'utilitzarà l'Euríbor a 1 any de cadascun dels períodes des de l'inici del 2008.

A partir de la corba de l'EURIBOR utilitzada per calcular el préstec amb quota de capital constant anterior²⁸, es calcularan totes les magnituds del préstec per a cadascun dels períodes²⁹.

En aquest tipus de préstec, el primer que es calcularà serà el terme amortitzatiu, α_1 :

$$\alpha_1 = \frac{1.200.000}{a_{10|0,04826+0,01}} = 161.700,06 \text{ €}$$

Per calcular la quota d'interès del primer període s'utilitza el capital pendent d'amortitzar, que en el cas del primer període serà el nominal del préstec, i el tipus d'interès EURIBOR³⁰ que regira durant el primer període més el diferencial pactat amb el banc, en el primer període seria un 4,826% més l'1% pactat amb el banc a l'hora de contractar el préstec.

Llavors, la quota d'interès pel primer període, Y_1 , serà:

$$Y_1 = 1.200.000 \cdot (0,04826 + 0,01) = 69.911,86 \text{ €}$$

La quota de capital, A_1 , es calcularà per diferencia entre el terme amortitzatiu, α_1 , i la quota d'interès, Y_1 , del primer període:

$$A_1 = 158.019,84 - 69.911,86 = 91.788,20 \text{ €}$$

El següent pas a seguir, seria trobar la reserva matemàtica del primer període, R_1 , que serà igual al capital pendent d'amortitzar al primer període, CP_1 , que es pot calcular de la següent manera:

$$R_1 = 161.700,06 \cdot a_{9|0,04826+0,01} = 1.108.211,80 \text{ €}$$

²⁸ Veure la corba ETTI utilitzada al gràfic 1 de l'Annex 4.

²⁹ Veure els resultats a la taula 1 de l'Annex 4.

³⁰ Veure columna dels tipus d'interès anual a la taula 1 de l'Annex 4.

També es pot calcular per diferència entre el nominal del préstec i el total amortitzat del primer període, M_1 :

$$M_1 = A_1 = 91.788,20 \text{ €}$$

$$R_1 = CP_1 = 1.200.000 - 91.788,20 = 1.108.211,80 \text{ €}$$

Una vegada calculat el capital pendent del primer període i donat que ja és té el tipus d'interès que regeix en el segon període, es calcularà el segon terme amortitzatiu del préstec utilitzant el nou tipus d'interès EURIBOR que regeix en aquest període afegint el diferencial pactat amb el banc i la reserva matemàtica del primer període, R_1 :

$$\alpha_2 = \frac{1.108.211,80}{a_{9|0,0161+0,01}} = 139.755,25 \text{ €}$$

La quota d'interès del segon període, Y_2 , es calcula utilitzant la reserva matemàtica del primer període, R_1 , i el tipus d'interès EURIBOR que regira a l'inici del segon període més el diferencial pactat amb el prestador del préstec:

$$Y_2 = 1.108.211,80 \cdot (0,0161 + 0,01) = 28.924,33 \text{ €}$$

La quota de capital del segon període, A_2 , es calcularà per diferència entre el terme amortitzatiu, α_2 i la quota d'interès del segon període, Y_2 :

$$A_2 = 139.755,25 - 28.924,33 = 110.830,92 \text{ €}$$

La reserva matemàtica del segon període, R_2 , s'utilitzarà pel càlcul del terme amortitzatiu del tercer període:

$$R_2 = 139.755,25 \cdot a_{8|0,0161+0,01} = 997.380,88 \text{ €}$$

També es pot calcular per diferència entre el nominal del préstec i el total amortitzat al final del segon període, M_2 , sent aquest la suma del total amortitzat fins al final del primer període més la quota de capital del segon període, A_2 :

$$M_2 = 91.788,20 + 110.830,92 = 202.619,12 \text{ €}$$

$$R_2 = 1.200.000 - 202.619,12 = 997.380,88 \text{ €}$$

Per calcular la resta de períodes es seguiran els mateixos passos que s'han seguit per calcular el resultat del primer i segon període fins a obtenir els resultats de tots els períodes que té el préstec³¹.

³¹ Veure els resultats de tots els períodes de la taula 1 de l'Annex 4.

Una vegada s'han calculat les magnituds de tots els períodes es planteja l'equació de la que s'obté el tant efectiu prestatari al que resultaria el préstec suposant la corba de tipus d'interès que s'ha utilitzat i suposant que no tindrà cap despesa inicial pel préstec.

$$1.200.000 = \sum_{r=1}^{10} \alpha_r \cdot (1 + I_1^P)^{-r}$$

El tipus d'interès prestatari, I_1^P , s'ha calculat utilitzant l'Excel i el resultat seria de 2,85112%³².

Habitualment a l'hora de contractar un préstec sempre hi ha unes despeses inicials, si es suposa que són de 15.000 €. L'equació d'equilibri resultarà:

$$1.200.000 = 15.000 + \sum_{r=1}^{10} \alpha_r \cdot (1 + I_1^{P*})^{-r}$$

El nou tipus d'interès prestatari, I_1^{P*} , serà de 3,10342%³³, superior al tipus d'interès sense despeses inicials.

9.1. Swap de nominal variable pel préstec amb sistema francès

L'entitat vol eliminar el risc d'una pujada de tipus d'interès per saber des de l'inici de l'operació la quantitat d'interessos que haurà de pagar, per aquest motiu li recomanen contractar un swap.

Es crearà un swap referenciat al préstec que ha contractat en el qual el nominal del swap variarà en cada període en funció del capital pendent d'amortitzar que tingui el préstec i el tipus d'interès variable del swap serà l'EURIBOR a 1 any.

El primer pas que s'haurà de seguir, serà trobar el preu del swap, el tipus d'interès nominal fixe, i_1 , que determinarà el valor de les quotes de la branca fixe que haurà de pagar l'entitat.

L'ETI vigent en el moment de contractació del swap seria la mateixa que s'ha utilitzat pel swap referenciat al préstec amb quota de capital constant³⁴.

Per trobar-lo, s'haurà d'igualar el valor de la branca variable amb el valor de la branca fixe en el moment de la contractació³⁵ es suposarà que l'EURIBOR de cada període es el *forward*³⁶ deduït de la ETI vigent en el moment de la contractació del swap.

$$i_1 = \frac{244.955,26}{5.902.597,27} = 0,0415 = 4,15\%$$

El preu del swap, i_1 , resultaria de 4,15 %, el banc pot augmentar lleugerament el preu del swap per ajustar a favor seu els futurs tipus d'interès incerts.

³² Veure els resultats a la taula 2 de l'Annex 4.

³³ Veure els resultats a la taula 3 de l'Annex 4.

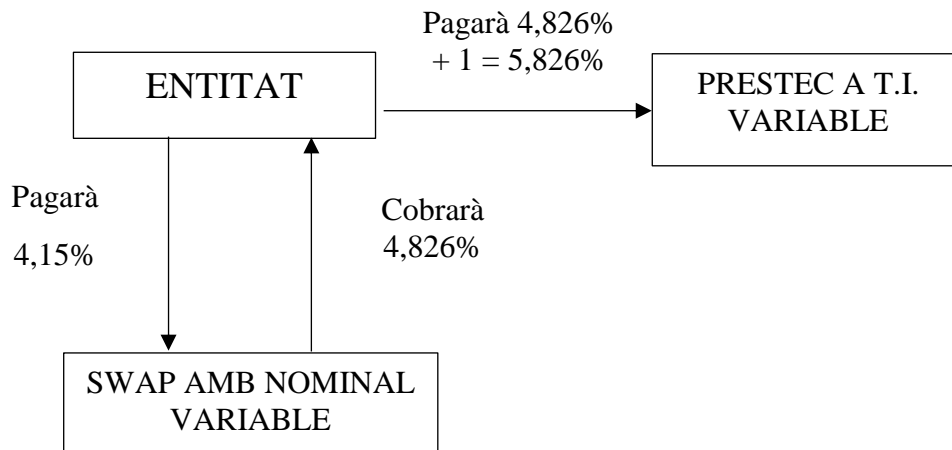
³⁴ Veure la corba ETI que s'ha utilitzat al Gràfic 2 de l'Annex 4.

³⁵ Veure els resultats a la taula 4 de l'Annex 4.

³⁶ Veure columnes de tipus d'interès *forward* de la taula 4 de l'Annex 4.

L'entitat finalment decideix acceptar el swap per cobrir-se del risc de pujada dels tipus d'interès. Durant el primer període, l'entitat pagarà pel swap un tipus d'interès fixe del 4,15% rebrà un tipus d'interès variable del període, que el primer període serà del 4,826% i pagarà pel préstec un tipus d'interès variable del 4,826% més el diferencial de l'1%, per tant, al final del primer període pagaria un tipus d'interès total del 5,15%.

A continuació hi haurà un esquema mostrant de forma clara el punt explicat anteriorment:



Esquema 1: Els resultats de l'operació de préstec i swap per l'entitat en el primer període. Font Elaboració pròpia

Finalment, es comprovaran quins seran els resultats globals de les dos operacions conjuntes durant cadascun dels períodes suposant que, com s'ha dit anteriorment, el tipus d'interès que regeix en cada període és l'EURIBOR a 1 any de cadascun dels anys objectes d'estudi.

L'import de liquidació del swap al final del primer període s'obté multiplicant el capital pendent del període per la diferencia entre el tipus d'interès variable del primer període i el tipus d'interès fixe o preu del swap. Els càlculs del primer període serien els següents:

$$L_1 = 1.200.000 \cdot (0,04826 - 0,0415) = 8.112,37 \text{ €}$$

Al final del primer període, l'entitat, al ser l'operador que paga el tipus d'interès fixe, rebrà l'import de liquidació de 8.112,37 € de l'altre operador del swap, que es restaria a l'import del terme amortitzatiu del préstec i resultaria un total de 153.587,68 € que l'entitat hauria de pagar el primer període.

Després es calcularà la liquidació del segon període, que es faria multiplicant el capital pendent del segon període per la diferencia entre el tipus variable del segon període i el tipus d'interès fixe del swap. Els càlculs serien els següents:

$$L_2 = 1.080.000 \cdot (0,0161 - 0,0415) = -28.148,11 \text{ €}$$

Al final del segon període, l'entitat haurà de pagar l'import de liquidació de 28.148,11 €. El resultat global que hauria de pagar pel préstec i el swap seria de 167.903,35 €.

Per calcular l'import de la liquidació dels següents períodes s'utilitzaria el mateix mètode que s'ha descrit anteriorment. Els resultats de cada període es troben a la següent taula :

| Període | Swap | | | Préstec | Swap + Préstec |
|-----------|----------------|------------|------------|-------------------|-----------------|
| | Quota variable | Quota fixe | Saldo V-F | Quota del préstec | Resultat global |
| 0 | - | - | - | - | - |
| 1 | 57.911,86 | 49.799,49 | 8.112,37 | 161.700,06 | 153.587,68 |
| 2 | 17.842,21 | 45.990,32 | -28.148,11 | 139.755,25 | 167.903,35 |
| 3 | 13.494,56 | 41.390,88 | -27.896,32 | 138.231,55 | 166.127,87 |
| 4 | 17.722,96 | 36.628,26 | -18.905,29 | 141.708,47 | 160.613,76 |
| 5 | 8.534,14 | 31.849,19 | -23.315,06 | 137.529,45 | 160.844,51 |
| 6 | 3.463,30 | 26.814,44 | -23.351,14 | 135.242,84 | 158.593,98 |
| 7 | 2.473,89 | 21.613,79 | -19.139,89 | 135.041,32 | 154.181,22 |
| 8 | 661,01 | 16.328,43 | -15.667,42 | 134.229,02 | 149.896,44 |
| 9 | -92,34 | 10.948,70 | -11.041,04 | 133.825,93 | 144.866,97 |
| 10 | 192,19 | 5.500,64 | -5.308,44 | 134.064,51 | 139.372,95 |

Taula 1: Resultats globals conjunts de les dos operacions des del 2008. Font: Elaboració pròpia.

Els resultats en vermell (en negatiu) representen que l'entitat pagarà més interessos que si no tingués contractat el swap.

En el primer període, l'entitat es cobrirà de la pujada de tipus d'interès donat que el tipus d'interès fixe del swap és inferior al tipus d'interès variable del període.

El terme amortitzatiu del préstec té una baixada molt forta a partir del segon període donat que va haver una forta caiguda dels tipus d'interès.

A partir del segon període, l'entitat té una liquidació desfavorable donat que els tipus d'interès baixen i l'entitat s'havia cobert per si els tipus d'interès pujaven i no ha sigut el cas. L'entitat no es podrà aprofitar de la baixada dels tipus d'interès pel swap que ha contractat i haurà de pagar el tipus d'interès fixe del swap més el diferencial pactat amb el banc.

L'últim període serà el període en el que menys interessos es pagaran donat que és el període en el que menys capital es deura al prestador del préstec.

En la següent taula es representaran els resultats percentuals de l'operació de cobertura:

| | Préstec | Swap | | Préstec sense swap | Cobertura amb swap | Diferència amb el swap |
|---------|---------|--------|---------|--------------------|--------------------|------------------------|
| Període | Pagarà | Pagarà | Cobrarà | Pagarà | Pagarà | |
| 1 | 5,826% | 4,150% | 4,826% | 5,826% | 5,150% | 0,676% |
| 2 | 2,610% | 4,150% | 1,610% | 2,610% | 5,150% | -2,540% |
| 3 | 2,353% | 4,150% | 1,353% | 2,353% | 5,150% | -2,797% |
| 4 | 3,008% | 4,150% | 2,008% | 3,008% | 5,150% | -2,142% |
| 5 | 2,112% | 4,150% | 1,112% | 2,112% | 5,150% | -3,038% |
| 6 | 1,536% | 4,150% | 0,536% | 1,536% | 5,150% | -3,614% |
| 7 | 1,475% | 4,150% | 0,475% | 1,475% | 5,150% | -3,675% |
| 8 | 1,168% | 4,150% | 0,168% | 1,168% | 5,150% | -3,982% |
| 9 | 0,965% | 4,150% | -0,035% | 0,965% | 5,150% | -4,185% |
| 10 | 1,145% | 4,150% | 0,145% | 1,145% | 5,150% | -4,005% |

Taula :Resultats percentuals conjunts de les dos operacions. Font: Elaboració pròpia.

En el novè període, el tipus d'interès variable del període va ser negatiu, un tipus d'interès negatiu, cosa que en l'any en que es va contractar el swap era una cosa que ningú s'imaginava.

Al final amb els resultats globals de tots els períodes, l'entitat s'hauria cobert del risc de pujada de tipus d'interès donat que ha pagat un tipus d'interès fixe de 5,15%³⁷.

Si es tenen en compte les despeses inicials de 15.000 €, l'entitat tindria un tipus d'interès prestatari, I_1^{P**} , del préstec amb la cobertura amb swap del 5,4167%³⁸.

³⁷ Veure els resultats a la taula 5 de l'Annex 4.

³⁸ Veure els resultats a la taula 6 de l'Annex 4.

10. Conclusions

Després de l'anàlisi financera realitzat sobre les dos modalitats de préstec a tipus variable, els contractes swaps i l'operació conjunta de cobertura, s'ha pogut realitzar la formalització de les expressions que després s'utilitzarien per dur a terme l'aplicació practica en la simulació d'un cas fictici de pujada de tipus d'interès i posteriorment analitzar un cas real d'una situació de caiguda dels tipus d'interès posterior a la crisi financera del 2008.

En la simulació de pujada de tipus d'interès el cost efectiu del préstec a tipus variable amb quota de capital constant sense cobertura seria d'un 5,9703%, i el cost efectiu del préstec a tipus variable amb el sistema francès sense cobertura seria d'un 5,9914%, això és perquè el préstec amb quota de capital sempre amortitza el mateix capital cada any i el préstec amb sistema francès els primers anys amortitza menys capital que el de quota de capital constant i per tant paga més interessos i a partir del sisè any amortitza més capital que l'altre modalitat i paga menys interessos.

El preu del swap és diferent per les dos modalitats de préstecs donat que cadascuna amortitza d'una forma diferent el nominal del préstec, en aquesta simulació el preu del swap del préstec amb quota de capital constant, 4,976%, és inferior al préstec amb sistema francès, 4,9974%, perquè els primers anys amortitza molt més capital.

En el cas de la simulació pel préstec a tipus variable amb quota de capital constant, s'ha obtingut el cost efectiu per l'entitat, si no s'hagués cobert per una possible pujada de tipus d'interès que seria del 5,9703%, i si s'hagués cobert mitjançant un swap com a pagador de tipus fix seria d'un 5,976%, el cost efectiu serà molt semblant.

En l'altre cas de simulació pel préstec a tipus variable amb el sistema francès, s'ha obtingut el cost efectiu per l'entitat si no s'hagués cobert d'una possible pujada de tipus d'interès que seria d'un 5,9914%, i si s'hagués cobert mitjançant un swap seria de 5,9974%, el cost efectiu també serà molt semblant.

El cost efectiu en les dos modalitats quan es fa la cobertura es molt semblant al cost si no s'hagués cobert de la pujada de tipus d'interès, però lleugerament superior en els dos casos això es degut a que els tipus d'interès han pujat durant tota l'operació, però han pujat segons el que hi havia previst en el moment de la contractació del swap, si els tipus d'interès haguessin pujat per sobre de les previsions que havia plantejat el banc, llavors el cost efectiu dels préstecs sense la cobertura pujaria però el cost efectiu amb cobertura es mantindria fixe igual al preu del swap més l'1% que s'ha fixat amb el banc.

Si l'entitat contracta el swap coneixerà quin cost efectiu tindrà tota l'operació des de l'inici de la mateixa, avantatge que no tindria si no es cobris utilitzant els swaps, per tant la cobertura amb swap elimina el possible increment del seu cost efectiu si els tipus augmenten per sobre de les previsions però si hi ha una baixada dels tipus no la podrà aprofitar.

En el cas que s'ha aplicat a la situació real de baixada de tipus d'interès per culpa de la crisi financera de 2008, l'entitat en el dia de contractació del préstec no sap quina serà l'evolució dels tipus d'interès, i donat que els tipus d'interès portaven uns anys creixent, volia evitar el risc d'un pujada de tipus.

En la situació de baixada de tipus d'interès, el cost efectiu del préstec amb quota de capital constant seria d'un 2,8932% i el cost efectiu del préstec amb sistema francès seria d'un 2,85112%, en aquest cas el cost efectiu del préstec amb sistema francès tindrà un cost efectiu menor perquè degut a la baixada de tipus d'interès amortitzarà molt més capital per any que el de quota de capital constant en els períodes que el tipus d'interès és molt baix o casi nul.

En el cas del préstec amb quota constant, el cost efectiu que tindrà sense cobertura seria d'un 2,8932% i si hagués fet la cobertura amb un swap el cost efectiu seria d'un 5,1427%, clarament si l'entitat ha fet la cobertura amb un swap, l'operació ha sigut molt desfavorable per ella perquè es volia cobrir d'una pujada de tipus d'interès i va passar totalment el contrari, perquè els tipus d'interès van començar a baixar fins a arribar a tipus negatius a l'any 2016, però en el moment de contractació del swap no es suposava que els tipus d'interès fossin a baixar perquè si l'entitat ho hagués sabut mai hagués contractat un swap.

En el cas del préstec amb sistema francès, el cost efectiu que tindrà sense cobertura seria d'un 2,85112% i si hagués fet la cobertura amb un swap el cost efectiu seria d'un 5,15%, que equival al preu del swap més el diferencial pactat amb el banc pel préstec, passa exactament el mateix que en el cas anterior, la situació ha sigut molt desfavorable per l'entitat perquè ha pagat un cost efectiu molt més elevat però s'hagués cobert de la possible pujada de tipus si s'hagués donat el cas.

Per tant, la cobertura amb swaps eliminarà el risc d'una pujada de tipus d'interès, sempre que els tipus d'interès pugin per sobre de les previsions en el moment de contractació del swap, fent que l'entitat conegui el cost efectiu de l'operació en el moment de contractació però, en canvi, si hi ha una baixada dels tipus d'interès, l'entitat no es podrà beneficiar d'aquesta baixada.

11. Bibliografia

- Badía Batlle, C., Galisteo, M., Pons, M. A., Preixens, T., & Sarrasí, F. J. (2015). *Matemàtica financera : anàlisi d'operacions de finançament*. Barcelona : Publicacions i Edicions de la Universitat de Barcelona.
- Badía Batlle, C., Galisteo, Preixens, T.(2011). *Derivados sobre tipos de interés swaps, frs y futuros*. Barcelona : Servicio de Publicaciones de la Facultat d'Economia i Empresa de la UB.
- Dattatreya, R. E., Venkatesh, R. E. S., & Venkatesh, V. E. (1995). *Swaps sobre tipos de interés y sobre divisas : mercados, productos y aplicaciones*. Madrid : GESMOVASA.
- DeCovny, S. (1998). *Swaps*. London [etc.] : Prentice Hall Europe.
- Fontanals Albiol, H. 1956-. (2014). *Risc de tipus d'interès / Hortènsia Fontanals i Albiol, Elisabet Ruiz i Dotras*. Barcelona : UOC,.
- Lamothe, P. (1996). *Swaps y otros derivados OTC en tipos de interés*. Madrid [etc.] : McGraw-Hill.
- Marshall, J. F., & Kapner, K. R. (1996). *Cómo entender los swaps*. México, D. F. : CECSA.
- Portillo Tarragona, M. P., Ferruz Agudo, L., & Sarto Marzal, J. L. (2009). *Dirección financiera del riesgo de interés*. Madrid : Pirámide.
- Torre, A. de la. (1996). *Operaciones de permuta financiera : swaps*. Barcelona : Ariel.

Enllaços d'interès

Històric de tipus d'interès del Euribor des del 2008 al 2018: <https://www.emmi-benchmarks.eu/euribor-org/euribor-rates.html>

ETI del 2008 al 2018:

https://www.ecb.europa.eu/stats/financial_markets_and_interest_rates/euro_area_yield_curves/html/index.en.html

12. Annexos

Annex 1

| Període | Tipus d'interès anual | Tipus d'interès anual amb diferencial | Terme amortitzatiu | Quota de capital | Quota d'Interès | Capital amortitzat | Capital pendent d'amortitzar |
|---------|-----------------------|---------------------------------------|--------------------|------------------|-----------------|--------------------|------------------------------|
| 0 | | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1.200.000,00 |
| 1 | 4,345% | 5,345% | 184.140,00 | 120.000 | 64.140,00 | 120.000,00 | 1.080.000,00 |
| 2 | 5,058% | 6,058% | 185.428,72 | 120.000 | 65.428,72 | 240.000,00 | 960.000,00 |
| 3 | 4,974% | 5,974% | 177.352,68 | 120.000 | 57.352,68 | 360.000,00 | 840.000,00 |
| 4 | 4,844% | 5,844% | 169.089,68 | 120.000 | 49.089,68 | 480.000,00 | 720.000,00 |
| 5 | 5,256% | 6,256% | 165.041,57 | 120.000 | 45.041,57 | 600.000,00 | 600.000,00 |
| 6 | 5,225% | 6,225% | 157.352,60 | 120.000 | 37.352,60 | 720.000,00 | 480.000,00 |
| 7 | 5,441% | 6,441% | 150.916,71 | 120.000 | 30.916,71 | 840.000,00 | 360.000,00 |
| 8 | 5,903% | 6,903% | 144.851,64 | 120.000 | 24.851,64 | 960.000,00 | 240.000,00 |
| 9 | 5,220% | 6,220% | 134.928,08 | 120.000 | 14.928,08 | 1.080.000,00 | 120.000,00 |
| 10 | 5,641% | 6,641% | 127.969,29 | 120.000 | 7.969,29 | 1.200.000,00 | - |

Taula 1: Simulació amb l'Excel del préstec amb quota de capital constant.

| Període | I_1^P | 5,9703% |
|---------|-------------|---------|
| 0 | 1.200.000,0 | |
| 1 | -184.140,00 | |
| 2 | -185.428,72 | |
| 3 | -177.352,68 | |
| 4 | -169.089,68 | |
| 5 | -165.041,57 | |
| 6 | -157.352,60 | |
| 7 | -150.916,71 | |
| 8 | -144.851,64 | |
| 9 | -134.928,08 | |
| 10 | -127.969,29 | |

Taula 2 : Càlcul del Tipus efectiu prestatari del préstec amb quota de capital constant.

| Període | I_1^{P*} | 6,2548% |
|---------|-------------|---------|
| 0 | 1.185.000,0 | |
| 1 | -184.140,00 | |
| 2 | -185.428,72 | |
| 3 | -177.352,68 | |
| 4 | -169.089,68 | |
| 5 | -165.041,57 | |
| 6 | -157.352,60 | |
| 7 | -150.916,71 | |
| 8 | -144.851,64 | |
| 9 | -134.928,08 | |
| 10 | -127.969,29 | |

Taula 3 :Càlcul del Tipus d'interès prestatari del préstec amb quota de capital constant amb despeses inicials de 15.000 €

| Període $s=0,1,...,n-r$ | $I_1(r,r+s)$ | Capital amortitzat | Capital pendent d'amortitzar | Quota fixa | Quota fixa actualitzada | Tipus d'interès <i>forward</i> $I_m(r + s - 1, r + s)$ | Quota variable | Quota variable actualitzada | Liquidació L_r |
|----------------------------|--------------|-----------------------|---------------------------------|------------|----------------------------|---|----------------|--------------------------------|---------------------|
| 0 | | 0 | 1.200.000 | | | | | | |
| 1 | 0,043450 | 120.000 | 1.080.000 | 59.712,25 | 57.225,79 | 0,043450 | 52.140,00 | 49.968,85 | -7.572,25 |
| 2 | 0,047010 | 240.000 | 960.000 | 53.741,03 | 49.023,50 | 0,050582 | 54.628,72 | 49.833,27 | 887,69 |
| 3 | 0,047920 | 360.000 | 840.000 | 47.769,80 | 41.511,56 | 0,049742 | 47.752,68 | 41.496,68 | -17,13 |
| 4 | 0,048050 | 480.000 | 720.000 | 41.798,58 | 34.644,44 | 0,048440 | 40.689,68 | 33.725,34 | -1.108,90 |
| 5 | 0,048950 | 600.000 | 600.000 | 35.827,35 | 28.212,45 | 0,052558 | 37.841,57 | 29.798,55 | 2.014,22 |
| 6 | 0,049500 | 720.000 | 480.000 | 29.856,13 | 22.342,86 | 0,052254 | 31.352,60 | 23.462,75 | 1.496,47 |
| 7 | 0,050200 | 840.000 | 360.000 | 23.884,90 | 16.951,94 | 0,054410 | 26.116,71 | 18.535,93 | 2.231,81 |
| 8 | 0,051300 | 960.000 | 240.000 | 17.913,68 | 12.005,26 | 0,059032 | 21.251,64 | 14.242,27 | 3.337,96 |
| 9 | 0,051400 | 1.080.000 | 120.000 | 11.942,45 | 7.606,44 | 0,052200 | 12.528,08 | 7.979,45 | 585,63 |
| 10 | 0,051900 | 1.200.000 | 0 | 5.971,23 | 3.600,14 | 0,056411 | 6.769,29 | 4.081,30 | 798,06 |

Taula 4: Resultats del swap amb nominal variable pel préstec amb quota de capital constant

| Període | TIR | 5,976% |
|-----------|-------------|--------|
| 0 | 1.200.000 | |
| 1 | -191.712,25 | |
| 2 | -184.541,03 | |
| 3 | -177.369,80 | |
| 4 | -170.198,58 | |
| 5 | -163.027,35 | |
| 6 | -155.856,13 | |
| 7 | -148.684,90 | |
| 8 | -141.513,68 | |
| 9 | -134.342,45 | |
| 10 | -127.171,23 | |

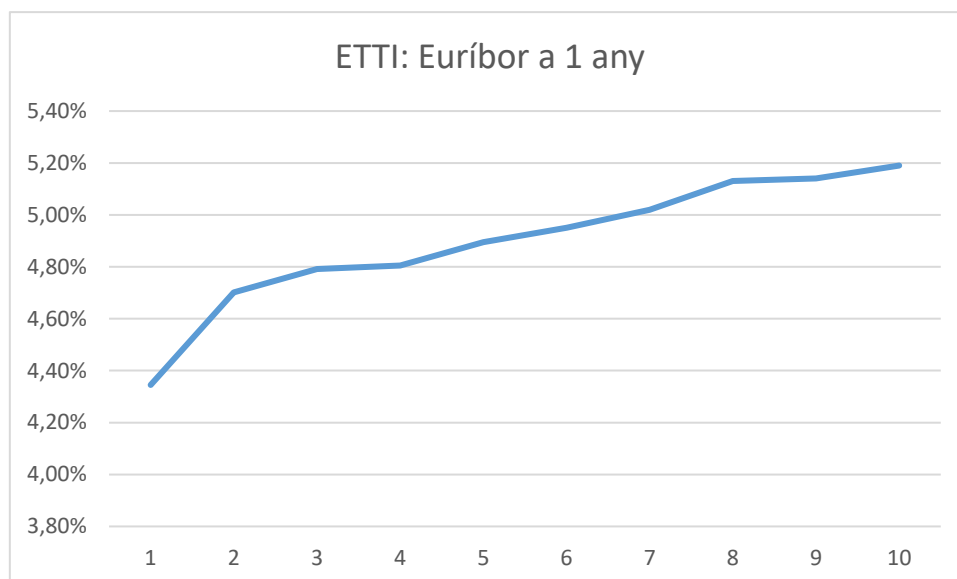
Taula 5: Càlcul de la TIR del préstec amb quota de capital constant amb la cobertura del swap sense despeses.

| Període | TIR | 6,263% |
|-----------|-------------|--------|
| 0 | 1.185.000 | |
| 1 | -191.712,25 | |
| 2 | -184.541,03 | |
| 3 | -177.369,80 | |
| 4 | -170.198,58 | |
| 5 | -163.027,35 | |
| 6 | -155.856,13 | |
| 7 | -148.684,90 | |
| 8 | -141.513,68 | |
| 9 | -134.342,45 | |
| 10 | -127.171,23 | |

Taula 6: Càlcul de la TIR del préstec amb quota de capital constant amb la cobertura del swap amb despeses inicials de 15.000 €.

Annex 2

| Any | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|
| Euríbor a 1 any (%) | 4,345 | 4,701 | 4,792 | 4,805 | 4,895 | 4,95 | 5,02 | 5,13 | 5,14 | 5,19 |



Grafic 1 : Corba de tipus d'interès. Font: Elaboració Propia

| Període | Tipus d'interès anual | Tipus d'interès anual amb diferencial | Terme amortitzatiu | Quota de capital | Quota d'interès | Capital amortitzat | Capital pendent d'amortitzar |
|---------|-----------------------|---------------------------------------|--------------------|------------------|-----------------|--------------------|------------------------------|
| 0 | 0,00% | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1.200.000,00 |
| 1 | 4,35% | 5,35% | 158.019,84 | 93.880 | 64.140,00 | 93.879,84 | 1.106.120,16 |
| 2 | 5,06% | 6,06% | 163.036,53 | 96.025 | 67.011,13 | 189.905,24 | 1.010.094,76 |
| 3 | 4,97% | 5,97% | 162.495,75 | 102.150 | 60.345,46 | 292.055,53 | 907.944,47 |
| 4 | 4,84% | 5,84% | 161.744,02 | 108.684 | 53.060,36 | 400.739,19 | 799.260,81 |
| 5 | 5,26% | 6,26% | 163.848,27 | 113.848 | 49.999,95 | 514.587,51 | 685.412,49 |
| 6 | 5,23% | 6,23% | 163.713,60 | 121.044 | 42.669,89 | 635.631,22 | 564.368,78 |
| 7 | 5,44% | 6,44% | 164.519,80 | 128.169 | 36.350,89 | 763.800,12 | 436.199,88 |
| 8 | 5,90% | 6,90% | 165.920,91 | 135.809 | 30.111,89 | 899.609,14 | 300.390,86 |
| 9 | 5,22% | 6,22% | 164.349,63 | 145.665 | 18.684,41 | 1.045.274,36 | 154.725,64 |
| 10 | 5,64% | 6,64% | 165.001,08 | 154.726 | 10.275,44 | 1.200.000,00 | - |

Taula 1 : Simulació amb l'Excel del préstec amb el sistema francès.

| Període | I_1^P | 5,9914% |
|---------|-------------|---------|
| 0 | 1.200.000 | |
| 1 | -158.019,84 | |
| 2 | -163.036,53 | |
| 3 | -162.495,75 | |
| 4 | -161.744,02 | |
| 5 | -163.848,27 | |
| 6 | -163.713,60 | |
| 7 | -164.519,80 | |
| 8 | -165.920,91 | |
| 9 | -164.349,63 | |
| 10 | -165.001,08 | |

Taula 2 : Càlcul del Tipus efectiu prestatari del préstec amb el sistema francès sense despeses inicials.

| Període | I_1^{P*} | 6,25604% |
|---------|-------------|----------|
| 0 | 1.185.000 | |
| 1 | -158.019,84 | |
| 2 | -163.036,53 | |
| 3 | -162.495,75 | |
| 4 | -161.744,02 | |
| 5 | -163.848,27 | |
| 6 | -163.713,60 | |
| 7 | -164.519,80 | |
| 8 | -165.920,91 | |
| 9 | -164.349,63 | |
| 10 | -165.001,08 | |

Taula 3 : Càlcul del Tipus efectiu prestatari del préstec amb el sistema francès amb una despesa inicial de 15.000 €.

| Període $s=0,1,\dots,n-r$ | $I_1(r,r+s)$ | Capital amortitzat | Capital pendent d'amortitzar | Quota fixa | Quota fixa actualitzada | Tipus d'interès <i>forward</i> $I_m^*(r+s-1, r+s)$ | Quota variable | Quota variable actualitzada | Liquidació L_r |
|------------------------------|--------------|--------------------|---------------------------------|------------|----------------------------|---|----------------|--------------------------------|---------------------|
| 0 | | 0 | 1.200.000 | | | | | | |
| 1 | 0,043450 | 93.880 | 1.106.120 | 59.968,84 | 57.471,69 | 0,043450 | 52.140,00 | 49.968,85 | -7828,84 |
| 2 | 0,047010 | 189.905 | 1.010.095 | 55.277,29 | 50.424,90 | 0,050582 | 55.949,93 | 51.038,50 | 672,65 |
| 3 | 0,047920 | 292.056 | 907.944 | 50.478,51 | 43.865,40 | 0,049742 | 50.244,51 | 43.662,06 | -234,00 |
| 4 | 0,048050 | 400.739 | 799.261 | 45.373,65 | 37.607,61 | 0,048440 | 43.980,92 | 36.453,25 | -1392,73 |
| 5 | 0,048950 | 514.588 | 685.412 | 39.942,29 | 31.452,78 | 0,052558 | 42.007,34 | 33.078,91 | 2065,05 |
| 6 | 0,049500 | 635.631 | 564.369 | 34.252,83 | 25.633,14 | 0,052254 | 35.815,77 | 26.802,77 | 1562,94 |
| 7 | 0,050200 | 763.800 | 436.200 | 28.203,78 | 20.017,20 | 0,054410 | 30.707,20 | 21.793,96 | 2503,42 |
| 8 | 0,051300 | 899.609 | 300.391 | 21.798,67 | 14.608,87 | 0,059032 | 25.749,89 | 17.256,87 | 3951,23 |
| 9 | 0,051400 | 1.045.274 | 154.726 | 15.011,74 | 9.561,35 | 0,052200 | 15.680,51 | 9.987,31 | 668,76 |
| 10 | 0,051900 | 1.200.000 | 0 | 7.732,26 | 4.661,89 | 0,056411 | 8.728,18 | 5.262,35 | 995,92 |

Taula 4: Resultats del swap amb nominal variable pel préstec amb sistema francès.

| Període | TIR | 5,99740% |
|---------|-------------|----------|
| 0 | 1.200.000 | |
| 1 | -165.848,68 | |
| 2 | -162.363,89 | |
| 3 | -162.729,75 | |
| 4 | -163.136,75 | |
| 5 | -161.783,21 | |
| 6 | -162.150,66 | |
| 7 | -162.016,38 | |
| 8 | -161.969,68 | |
| 9 | -163.680,87 | |
| 10 | -164.005,17 | |

Taula 5: Càlcul de la TIR del préstec amb sistema francès amb la cobertura del swap sense despeses inicials.

| Període | TIR | 6,2641% |
|---------|-------------|---------|
| 0 | 1.185.000 | |
| 1 | -165.848,68 | |
| 2 | -162.363,89 | |
| 3 | -162.729,75 | |
| 4 | -163.136,75 | |
| 5 | -161.783,21 | |
| 6 | -162.150,66 | |
| 7 | -162.016,38 | |
| 8 | -161.969,68 | |
| 9 | -163.680,87 | |
| 10 | -164.005,17 | |

Taula 6: Càlcul de la TIR del préstec amb el sistema francès amb la cobertura del swap amb despeses inicials de 15.000 €.

Annex 3

| Període | Tipus d'interès anual | Tipus d'interès anual amb diferencial | Terme amortitzatiu | Quota de capital | Quota d'Interès | Capital amortitzat | Capital pendent d'amortitzar |
|---------|-----------------------|---------------------------------------|--------------------|------------------|-----------------|--------------------|------------------------------|
| 0 | | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1.200.000,00 |
| 1 | 4,826% | 5,826% | 189.911,86 | 120.000 | 69.911,86 | 120.000,00 | 1.080.000,00 |
| 2 | 1,610% | 2,610% | 148.188,00 | 120.000 | 28.188,00 | 240.000,00 | 960.000,00 |
| 3 | 1,353% | 2,353% | 142.588,80 | 120.000 | 22.588,80 | 360.000,00 | 840.000,00 |
| 4 | 2,008% | 3,008% | 145.267,20 | 120.000 | 25.267,20 | 480.000,00 | 720.000,00 |
| 5 | 1,112% | 2,112% | 135.206,40 | 120.000 | 15.206,40 | 600.000,00 | 600.000,00 |
| 6 | 0,536% | 1,536% | 129.216,00 | 120.000 | 9.216,00 | 720.000,00 | 480.000,00 |
| 7 | 0,475% | 1,475% | 127.080,00 | 120.000 | 7.080,00 | 840.000,00 | 360.000,00 |
| 8 | 0,168% | 1,168% | 124.204,80 | 120.000 | 4.204,80 | 960.000,00 | 240.000,00 |
| 9 | -0,035% | 0,965% | 122.316,00 | 120.000 | 2.316,00 | 1.080.000,00 | 120.000,00 |
| 10 | 0,145% | 1,145% | 121.374,00 | 120.000 | 1.374,00 | 1.200.000,00 | - |

Taula 1: Simulació amb l'Excel del préstec amb quota de capital constant pel període de 2008 al 2018.

| Període | I_1^P | 2,8932% |
|---------|-------------|---------|
| 0 | 1.200.000,0 | |
| 1 | -189.911,86 | |
| 2 | -148.188,00 | |
| 3 | -142.588,80 | |
| 4 | -145.267,20 | |
| 5 | -135.206,40 | |
| 6 | -129.216,00 | |
| 7 | -127.080,00 | |
| 8 | -124.204,80 | |
| 9 | -122.316,00 | |
| 10 | -121.374,00 | |

Taula 2 : Càlcul del Tipus efectiu prestatari del préstec amb quota de capital constant pel període 2008 al 2018 sense despeses inicials.

| Període | I_1^{P*} | 3,1574% |
|---------|-------------|---------|
| 0 | 1.185.000 | |
| 1 | -189.911,86 | |
| 2 | -148.188,00 | |
| 3 | -142.588,80 | |
| 4 | -145.267,20 | |
| 5 | -135.206,40 | |
| 6 | -129.216,00 | |
| 7 | -127.080,00 | |
| 8 | -124.204,80 | |
| 9 | -122.316,00 | |
| 10 | -121.374,00 | |

Taula 3 :Càlcul del Tipus efectiu prestatari del préstec amb quota de capital constant pel període 2008 al 2018 amb unes despeses de 15.000 €.

| Període s=0,1...,n-r | $I_1(r,r+s)$ | Capital amortitzat | Capital pendent d'amortitzar | Quota fixa | Quota fixa actualitzada | Tipus d'interès <i>forward</i> $I_m(r + s - 1, r + s)$ | Quota variable | Quota variable actualitzada | Liquidació L_r |
|-------------------------|--------------|-----------------------|---------------------------------|------------|----------------------------|---|----------------|--------------------------------|---------------------|
| 0 | | 0 | 1.200.000 | | | | | | |
| 1 | 0,039449 | 120.000 | 1.080.000 | 49.712,46 | 47.825,76 | 0,039449 | 47.339,35 | 45.542,72 | -2.373,10 |
| 2 | 0,039297 | 240.000 | 960.000 | 44.741,21 | 41.421,78 | 0,039144 | 42.275,22 | 39.138,74 | -2.465,99 |
| 3 | 0,039338 | 360.000 | 840.000 | 39.769,97 | 35.422,94 | 0,039421 | 37.844,59 | 33.708,01 | -1.925,38 |
| 4 | 0,039730 | 480.000 | 720.000 | 34.798,72 | 29.777,01 | 0,040906 | 34.361,18 | 29.402,61 | -437,54 |
| 5 | 0,040344 | 600.000 | 600.000 | 29.827,47 | 24.475,52 | 0,042803 | 30.818,34 | 25.288,59 | 990,86 |
| 6 | 0,041027 | 720.000 | 480.000 | 24.856,23 | 19.528,20 | 0,044452 | 26.671,13 | 20.954,07 | 1.814,90 |
| 7 | 0,041701 | 840.000 | 360.000 | 19.884,98 | 14.939,03 | 0,045754 | 21.962,01 | 16.499,45 | 2.077,03 |
| 8 | 0,042327 | 960.000 | 240.000 | 14.913,74 | 10.704,20 | 0,046718 | 16.818,54 | 12.071,35 | 1.904,80 |
| 9 | 0,042890 | 1.080.000 | 120.000 | 9.942,49 | 6.813,17 | 0,047403 | 11.376,73 | 7.795,99 | 1.434,24 |
| 10 | 0,043387 | 1.200.000 | 0 | 4.971,25 | 3.250,94 | 0,047876 | 5.745,11 | 3.757,01 | 773,87 |

Taula 4: Resultats del swap amb nominal variable pel préstec amb quota de capital constant pel període del 2008 al 2018..

| Període | TIR | 5,1427% |
|---------|-------------|---------|
| 0 | 1.200.000 | |
| 1 | -181.712,46 | |
| 2 | -175.541,21 | |
| 3 | -169.369,97 | |
| 4 | -163.198,72 | |
| 5 | -157.027,47 | |
| 6 | -150.856,23 | |
| 7 | -144.684,98 | |
| 8 | -138.513,74 | |
| 9 | -132.342,49 | |
| 10 | -126.171,25 | |

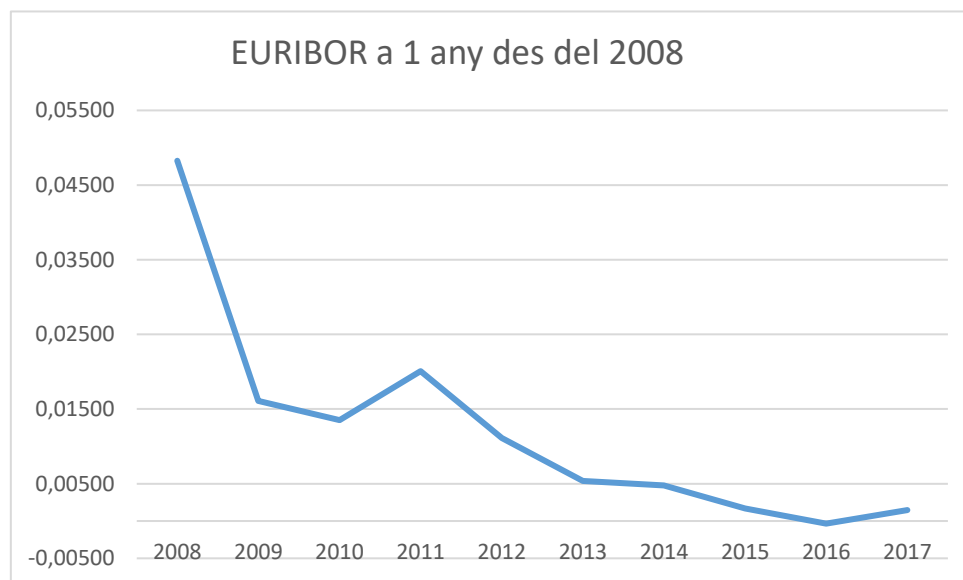
Taula 5: Càlcul de la TIR del préstec amb quota de capital constant amb la cobertura del swap pel període de 2008 al 2018 sense despeses inicials.

| Període | TIR | 5,4211% |
|---------|-------------|---------|
| 0 | 1.185.000 | |
| 1 | -181.712,46 | |
| 2 | -175.541,21 | |
| 3 | -169.369,97 | |
| 4 | -163.198,72 | |
| 5 | -157.027,47 | |
| 6 | -150.856,23 | |
| 7 | -144.684,98 | |
| 8 | -138.513,74 | |
| 9 | -132.342,49 | |
| 10 | -126.171,25 | |

Taula 6: Càlcul de la TIR del préstec amb quota de capital constant amb la cobertura del swap pel període de 2008 al 2018 amb unes despeses inicials de 15.000€.

Annex 4

| Any | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| EURIBOR | 4,826 | 1,610 | 1,353 | 2,008 | 1,112 | 0,536 | 0,475 | 0,168 | -0,03 | 0,015 |



Gràfic 1: Corba del EURIBOR a 1 any des del 2008. Font: Elaboració pròpia a partir de les dades reals.

| Període | Tipus d'interès anual | Tipus d'interès anual amb diferencial | Terme amortitzatiu | Quota de capital | Quota d'interès | Capital amortitzat | Capital pendent d'amortitzar |
|---------|-----------------------|---------------------------------------|--------------------|------------------|-----------------|--------------------|------------------------------|
| 0 | 0,00% | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1.200.000,00 |
| 1 | 4,83% | 5,83% | 161.700,06 | 91.788,20 | 69.911,86 | 91.788,20 | 1.108.211,80 |
| 2 | 1,61% | 2,61% | 139.755,25 | 110.830,92 | 28.924,33 | 202.619,12 | 997.380,88 |
| 3 | 1,35% | 2,35% | 138.231,55 | 114.763,18 | 23.468,37 | 317.382,30 | 882.617,70 |
| 4 | 2,01% | 3,01% | 141.708,47 | 115.159,32 | 26.549,14 | 432.541,62 | 767.458,38 |
| 5 | 1,11% | 2,11% | 137.529,45 | 121.320,73 | 16.208,72 | 553.862,35 | 646.137,65 |
| 6 | 0,54% | 1,54% | 135.242,84 | 125.318,17 | 9.924,67 | 679.180,52 | 520.819,48 |
| 7 | 0,48% | 1,48% | 135.041,32 | 127.359,24 | 7.682,09 | 806.539,75 | 393.460,25 |
| 8 | 0,17% | 1,17% | 134.229,02 | 129.633,40 | 4.595,62 | 936.173,16 | 263.826,84 |
| 9 | -0,04% | 0,97% | 133.825,93 | 131.280,00 | 2.545,93 | 1.067.453,15 | 132.546,85 |
| 10 | 0,15% | 1,15% | 134.064,51 | 132.546,85 | 1.517,66 | 1.200.000,00 | 0,00 |

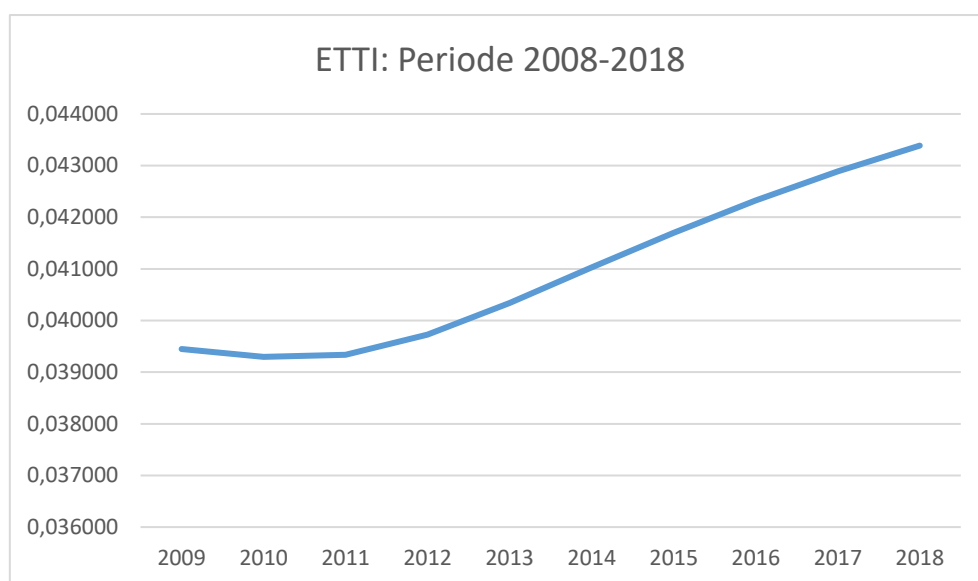
Taula 1 : Simulació amb l'Excel del préstec amb el sistema francès pel període del 2008 al 2018.

| Període | I_1^P | 2,85112% |
|---------|-------------|----------|
| 0 | 1.200.000 | |
| 1 | -161.700,06 | |
| 2 | -139.755,25 | |
| 3 | -138.231,55 | |
| 4 | -141.708,47 | |
| 5 | -137.529,45 | |
| 6 | -135.242,84 | |
| 7 | -135.041,32 | |
| 8 | -134.229,02 | |
| 9 | -133.825,93 | |
| 10 | -134.064,51 | |

Taula 2 : Càlcul del Tipus efectiu prestatari del préstec amb el sistema francès pel període del 2008 al 2018 sense despeses inicials.

| Període | I_1^{P*} | 3,10342% |
|---------|-------------|----------|
| 0 | 1.185.000 | |
| 1 | -161.700,06 | |
| 2 | -139.755,25 | |
| 3 | -138.231,55 | |
| 4 | -141.708,47 | |
| 5 | -137.529,45 | |
| 6 | -135.242,84 | |
| 7 | -135.041,32 | |
| 8 | -134.229,02 | |
| 9 | -133.825,93 | |
| 10 | -134.064,51 | |

Taula 3 : Càlcul del Tipus efectiu prestatari del préstec amb el sistema francès pel període del 2008 al 2018 amb unes despeses inicials de 15.000€.



Gràfic 2: Corba ETTI vigent en el moment de la contractació del swap. Font: Elaboració pròpia a partir de les dades del Banc Central Europeu.

| Període $s=0,1,\dots,n-r$ | $I_s(r,r+s)$ | Capital amortitzat | Capital pendent d'amortitzar | Quota fixa | Quota fixa actualitzada | Tipus d'interès <i>forward</i> $I_m^*(r+s-1, r+s)$ | Quota variable | Quota variable actualitzada | Liquidació L_r |
|------------------------------|--------------|--------------------|---------------------------------|------------|----------------------------|---|----------------|--------------------------------|---------------------|
| 0 | | 0 | 1.200.000 | | | | | | |
| 1 | 0,039449 | 91.788 | 1.108.212 | 49.799,49 | 47.909,48 | 0,039449 | 47.339,35 | 45.542,72 | -2460,13 |
| 2 | 0,039297 | 202.619 | 997.381 | 45.990,32 | 42.578,21 | 0,039144 | 43.379,54 | 40.161,13 | -2610,78 |
| 3 | 0,039338 | 317.382 | 882.618 | 41.390,88 | 36.866,68 | 0,039421 | 39.318,20 | 35.020,55 | -2072,68 |
| 4 | 0,039730 | 432.542 | 767.458 | 36.628,26 | 31.342,53 | 0,040906 | 36.104,51 | 30.894,36 | -523,75 |
| 5 | 0,040344 | 553.862 | 646.138 | 31.849,19 | 26.134,48 | 0,042803 | 32.849,71 | 26.955,47 | 1000,52 |
| 6 | 0,041027 | 679.181 | 520.819 | 26.814,44 | 21.066,66 | 0,044452 | 28.722,03 | 22.565,35 | 1907,60 |
| 7 | 0,041701 | 806.540 | 393.460 | 21.613,79 | 16.237,84 | 0,045754 | 23.829,67 | 17.902,57 | 2215,89 |
| 8 | 0,042327 | 936.173 | 263.827 | 16.328,43 | 11.719,58 | 0,046718 | 18.381,74 | 13.193,32 | 2053,31 |
| 9 | 0,042890 | 1.067.453 | 132.547 | 10.948,70 | 7.502,68 | 0,047403 | 12.506,20 | 8.569,96 | 1557,49 |
| 10 | 0,043387 | 1.200.000 | 0 | 5.500,64 | 3.597,14 | 0,047876 | 6.345,80 | 4.149,83 | 845,17 |

Taula 4: Resultats del swap amb nominal variable pel préstec amb sistema francès.

| Període | TIR | 5,1500% |
|---------|-------------|---------|
| 0 | 1.200.000 | |
| 1 | -153.587,68 | |
| 2 | -167.903,35 | |
| 3 | -166.127,87 | |
| 4 | -160.613,76 | |
| 5 | -160.844,51 | |
| 6 | -158.593,98 | |
| 7 | -154.181,22 | |
| 8 | -149.896,44 | |
| 9 | -144.866,97 | |
| 10 | -139.372,95 | |

Taula 5: Càlcul de la TIR del préstec amb sistema francès amb la cobertura del swap pel període de 2008 al 2018 sense despeses inicials.

| Període | TIR | 5,4167% |
|---------|-------------|---------|
| 0 | 1.185.000 | |
| 1 | -153.587,68 | |
| 2 | -167.903,35 | |
| 3 | -166.127,87 | |
| 4 | -160.613,76 | |
| 5 | -160.844,51 | |
| 6 | -158.593,98 | |
| 7 | -154.181,22 | |
| 8 | -149.896,44 | |
| 9 | -144.866,97 | |
| 10 | -139.372,95 | |

Taula 6: Càlcul de la TIR del préstec amb sistema francès amb la cobertura del swap pel període de 2008 al 2018 amb unes despeses de 15.000€.